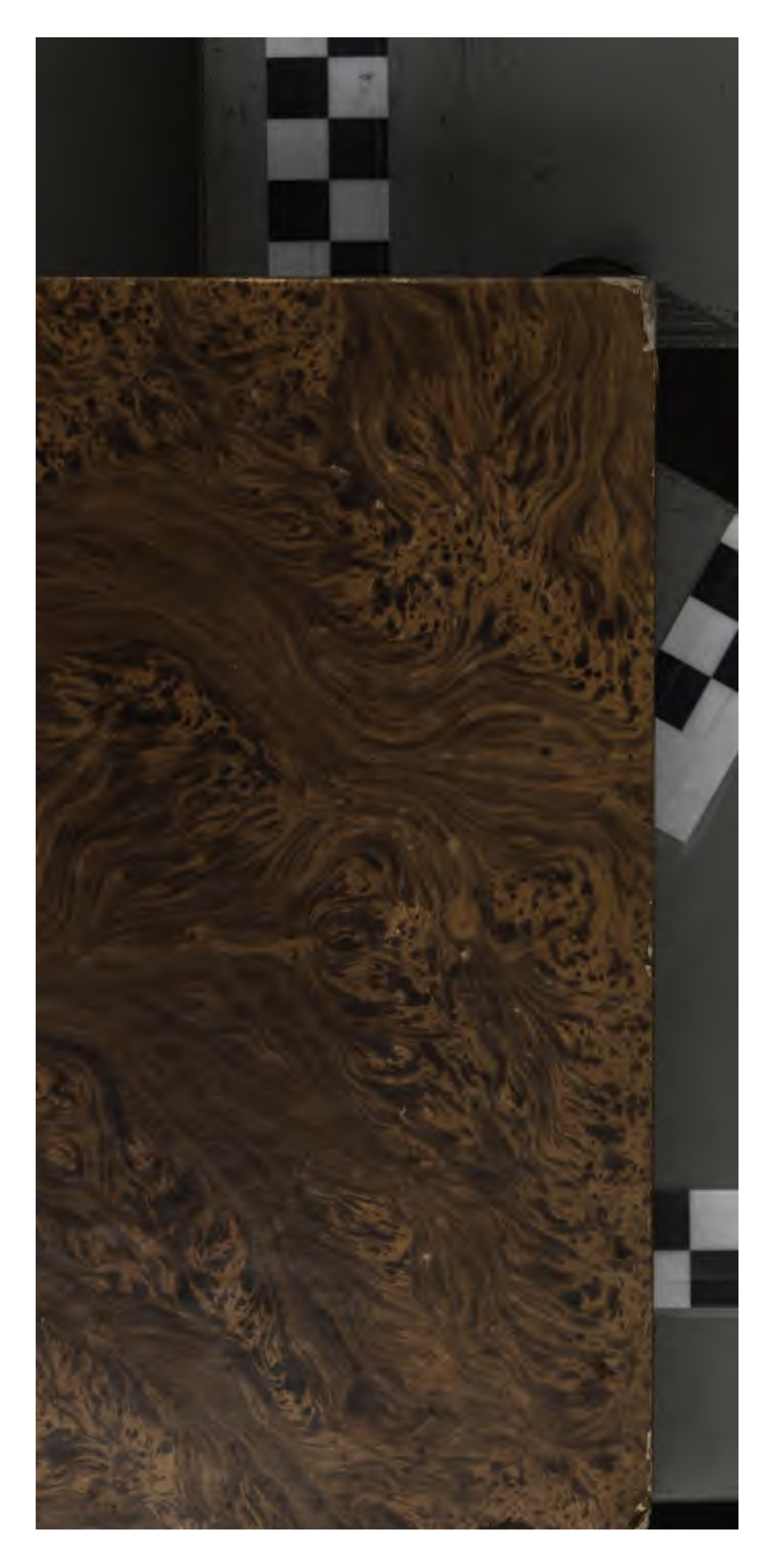
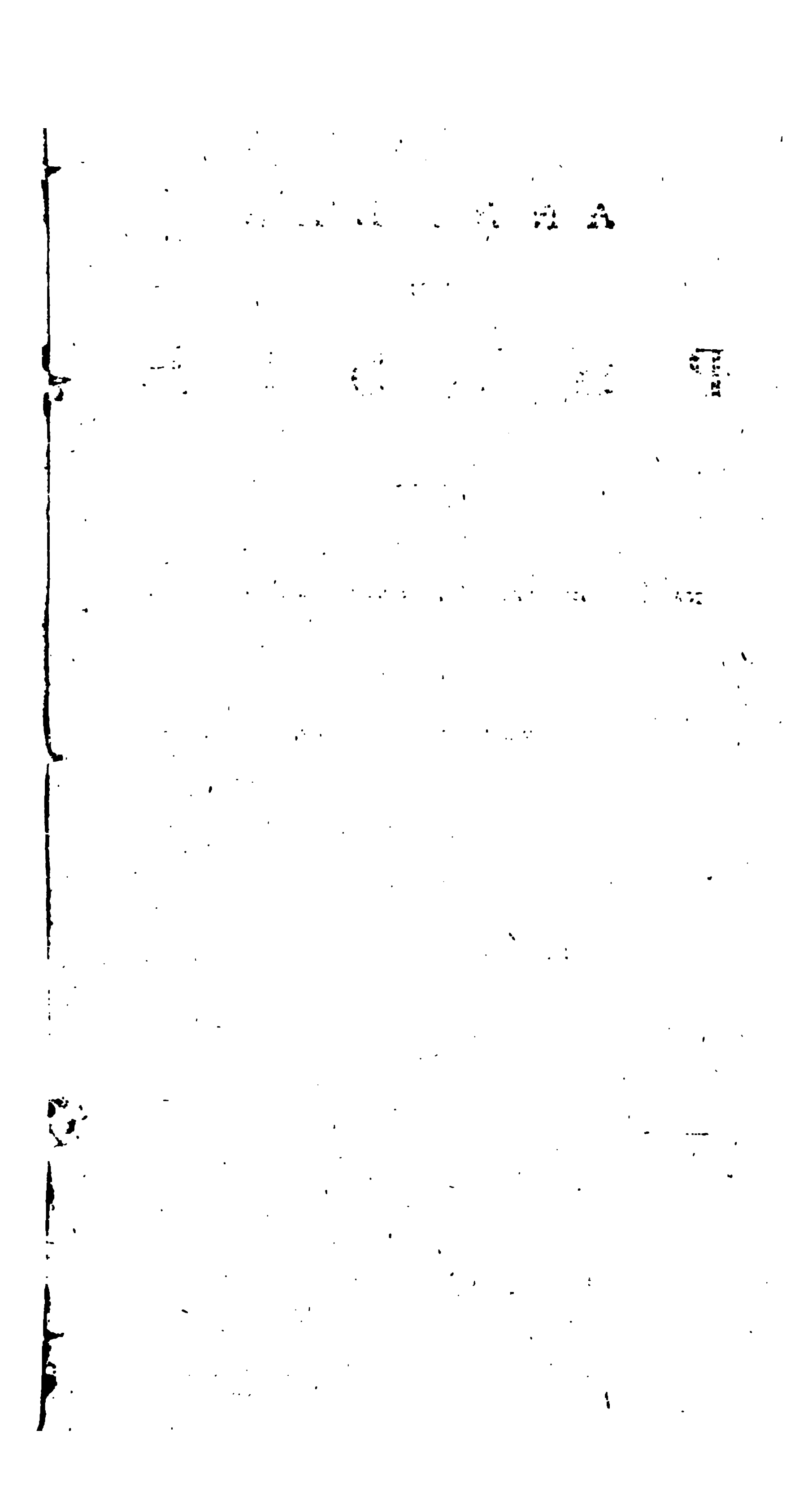






ANNALEN
DER
PHYSIK.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

NEUN UND SIEBZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1825.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

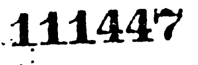
VON

J. C. POGGENDORFF.

DRITTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1825.



Inhalt

des dritten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

I. Beobachtungen über die Intensität des Magnetismus im nördlichen Europa; von Christian Hansteen, Profess. an der Norwegischen Universität. (Fortsetzung.)

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ERSTES STÜCK.

I.

Ueber die geognoſtiſchen Verhältniſſe des linken Weſerufers bis zum Teutoburger Wald.

Ein Schreiben an Hrn. Profeſſor Weiſs

von

Friedrich Hoffmann.

Erlauben Sie mir, bevor ich zur Darſtellung der beobachteten Erſcheinungen übergehe, Sie zuvor in wenigen Worten mit den Gränzen des Landes bekannt zu machen, über welches meine letzten Forſchungen ſich ausgedehnt haben. In Oſten diente das Weſerthal von *Carlshafen* bis in die Umgebungen von *Bodenwerder*, in Süden das Thal der *Diemel* von *Carlshafen* bis *Stadtberg* der beginnenden Unterſuchung zum Anhalten; dort am Rande des niederrheiniſchen Schiefergebirges boten die letzten Verzweigungen des *Teutoburger Waldes* eine ſchickliche Weſtgränze; wo dieſe mächtigſte unter den Hügelreihen Norddeutſchlands ſich unter dem Rande der ſandigen Ebene von *Paderborn* und *Münſter* verbirgt und dem Auge

bis zu den Ufern des Rheinthales kein hervorragender Punkt mehr begegnet, ſetzt die weſtliche Gränze gleichförmig fort, bis in die Gegend von *Iburg*, ſüdlich von *Osnabrück*. Nordwärts war es mir nicht mehr möglich, die Parallel-Kette des Teutoburger Waldes, welche von der Porta weſtphalica bis in die Nähe der *Haaſe* fortſtreicht, zur äuſserſten Gränze zu machen; das Gebiet zuſammenhängender Wahrnehmungen endet hier mit der Richtung von *Osnabrück* auf *Melle*, *Buende* und *Vlotho*. Von dort aber, über *Pyrmont* nach *Bodenwerder*, ſchloſs ich mich unmittelbar an den früher von mir genauer bearbeiteten Landſtrich an, in welchem, bis zur Elbe bei *Magdeburg*, die Gränzen der Gebirgsarten zuſammenhängend verfolgt worden ſind.

Was innerhalb dieſer genannten Gränzlinien liegt, zeigt im Weſentlichen einige Haupt-Verſchiedenheiten ſeiner Oberflächen-Geſtalt, verbunden mit einem parallel-laufenden Wechſel ſeiner innern Zuſammenſetzung. Folgendes ſind die Hauptformen, welche ſich hier den Augen des Beobachters darbieten. — Vom Thale der Weſer in Weſten begegnen uns überall die ſchroffen Ränder der Muſchelkalkberge, welche unmittelbar an den Ufern mit felſigen Abſtürzen 6 bis 800 Fuſs Höhe erreichen; der wagerechte Umriſs ihrer Oberfläche verkündet ſchon fernher, daſs ſie die Wand des nur an ſeinen Gränzen zerriſſenen Körpers einer Hochfläche bilden, welche ſich frei vor uns entfaltet, wenn ſie erſtiegen ſind. Solch eine Ebne bildet gleichförmig, in gleichbleibender Höhe, einen oft mehr als meilenweiten Gurt, dem Laufe der *Weſer* parallel und ſich unmittelbar an ſie anſchlie-

ſsend, vom nördlichen Thalrande der Diemel bis in die Gegend zwiſchen Bodenwerder und Pyrmont; ſie ſenkt ſich allmälig gegen Weſten mit im Allgemeinen ziemlich unveränderter Oberflächen-Geſtalt bis an den Fuſs der mit ſchnellem Anſteigen von Oſten her ſich erhebenden Kette des Teutoburger Waldes. Nordwärts aber, an den äuſserſten Gränzen des Fürſtenthumes Paderborn, endet dieſer einförmige Charakter, die Ebene verzweigt ſich in anſehnliche Hügelreihen, welche fortan dem allgemeinen Streichungsgeſetz des niederländiſchen Ketten-Syſtemes gehorchend, mit langgezogener Geſtalt und flachgewölbtem Rücken neben einander herziehn. Die höchſten dieſer Züge umkränzen den ſüdlichen und weſtlichen Rand des Thales von Pyrmont und unter ihnen ragen vor Allem der Rücken des *Schwalenberger Waldes* und des *Winterberges* bei *Blomberg* über ihre Nachbarn hervor. In ihrer nordweſtlichen Fortſetzung ordnet ſich aus ihnen im Groſsen ein Durchſchnitt von doppelt wiederholter Wellengeſtalt, in Süden vom Teutoburger Walde begränzt, in Norden von der Weſerkette begleitet. Drei Parallelthäler nehmen in der dreifachen Senkung der Oberfläche die Gewäſſer des Landes auf, das Thal der *lippiſchen Werra* von *Horn* bis unterhalb *Lage* nordweſtlich von *Detmold*, das *Bega-Thal* aus der Gegend von *Barntrup* bis in die Nähe von *Herford*, und das Hauptthal der *Weſer* von *Grohnde* bis zu ſeiner plötzlichen Wendung bei *Vlotho.* Bald indeſs hört auch dieſe Regel zu herrſchen auf. Wo die fruchtbare Niederung der Grafſchaft Ravensberg ſich von Bielefeld bis über Buende verbreitet, haben die beiden innern Parallel-Ketten

ihr nördliches Ende erreicht, der Teutoburger Wald und die Weser-Kette sind sich näher getreten und zwischen ihnen sehen wir fortan nur ein einfaches Längenthal. Wenn gleich die Ebne westwärts bald von den neu aufsteigenden Hügelreihen des Osnabrückischen begränzt wird, so kehrt doch das alte Verhältniss nicht wieder; bald geht auch die Weser-Kette verloren und die Fortsetzung des Teutoburger Waldes streicht allein von untergeordneten Höhenzügen begleitet, als das äusserste Vorgebirge des norddeutschen Flözgebirgs-Landes weit über Tecklenburg hinaus, und es ist nur noch ihre unterirdische Fortsetzung, welche die Ems in den Felsen bei Rheine durchschneidet. Es bedarf wohl nur eines flüchtigen Blickes auf die Karte jener Gegenden, um sich mit dem Gedanken zu befreunden, dass jenes einfache Längenthal zwischen der Weser-Kette und dem Rücken des Teutoburger Waldes die ununterbrochene Fortsetzung des Weserthales selbst sey, dessen Gewässer durch die Spalte der Porta westphalica von ihrer natürlichen Richtung abgelenkt wurden. Die Flüsse, welche jetzt in ihm fliessen, verbinden die Quellen-Bezirke der Weser und Ems in der merkwürdigen Theilung der *Haase-Quellen* bei *Gesmold;* dort empfangen beide Flussgebiete gleichen Antheil von ihnen und ein und derselbe Strom trennt sich in zwei Arme, welche genau in entgegengesetzter Richtung sich von einander entfernen ohne sich wiederzufinden; wahrlich, eine sehr überraschende Thatsache. Der östliche Arm wird die *Else* genannt und ergiesst sich bei *Loehne* unterhalb Herford in die nun mit der *Bega* vereinigte *Werra;* langsam schleicht sie durch das sumpfige Thal und

mag von *Gesmold* bis *Rehme* kaum 50 Fuſs Fall haben. Es gelang mir deſſenungeachtet übrigens nicht, in ihrem Thalgrunde Spuren von dem vormaligen Durchgange der Weſer zu finden, wenn gleich dieſe bei der Mündung der Werra von mehr als 100 Fuſs hohen Hügeln begleitet wird, welche bis auf ihren Gipfel von deutlichen Weſer-Geſchieben bedeckt werden.

Unter den Gebirgsarten, welche dieſen Landſtrich zuſammenſetzen, fand ich überall dieſelbe Regel der Lagerungsfolge beſtätigt, welche ſich mir im Laufe meiner früheren Unterſuchungen zuerſt mit ſo ausgezeichneter Deutlichkeit in dem Lande zwiſchen Ocker und Leine entwickelt hatte. Der bunte Sandſtein, welcher die gemeinſame Grundlage des Ganzen bildet und überall als die tiefſte der aufgeſchloſſenen Flöz-Gebirgsarten hervortritt, zeigt ſich hier zuſammenhängend nur an den ſüdlichen und öſtlichen Gränzen unſeres Gebietes. Der Gipfel des *Moosberges* im Sollinger Walde, welchen ich 1344 Fuſs über dem Weſerſpiegel bei Hoexter fand, iſt wahrſcheinlich die äuſserſte Höhe, zu welcher dieſe Gebirgsart ſich in Nord-Deutſchland erhebt. Sie ſetzt faſt ununterbrochen den nördlichen Theil des Fürſtenthums Waldeck zuſammen und bildet hier zwei weite ſtufenförmig übereinander aufſteigende Hochflächen, welche ſich weſtwärts an den Rand des rheiniſchen Schiefergebirges anſchlieſsen und an der Gränze von Heſſen die Ränder der anſehnlichen Muſchelkalk-Berge von Volkmarſen berühren, welche mit der Muſchelkalk-Fläche nördlich des Diemelthales in unmittelbarer Verbindung ſtehn. Nirgends mögen wohl die Erſcheinungen wahrhaft

conglomeratischer Gebilde im bunten Sandsteine sich deutlicher und häufiger zeigen, als in dieser Erstrekkung; überall sieht man in den ansehnlichen Steinbrüchen von *Kuelte* bei Arolsen milchweisse Quarzkiesel, bis zur Grösse von Wallnüssen eingemengt, und in einer weit verbreiteten Abänderung, bei *Heddinghausen* in der Nähe von Stadtberg, unterschied ich deutlich kleine Geschiebe von grauem Quarz und schwarzem Kieselschiefer als herrschend in seiner Zusammensetzung. Am Rande des Sollinges nehmen seine bedeckenden rothen Mergel einen ansehnlichen Raum ein, und noch am westlichen Ufer der Weser treten sie weit in die Schluchten der Muschelkalkberge. Mit ihnen setzen auch die schiefrigen festen Sandstein-Schichten, welche die schönen Sollinger Platten liefern, bei *Carlshafen* und *Werden*, in ansehnlicher Breite über die Weser. Merkwürdig ist ohnstreitig das Erscheinen häufiger Kupferlasur- und Malachit-Flecken in einzelnen Schichten dieses Sandsteines, in der Umgegend von *Rohden* im Waldeckschen; stellenweise ist ihre Menge so gross, dass man in einzelnen Handstücken schöne Sanderze des Weissliegenden zu sehen glaubt, auch sind sie periodisch durch Bergbau gewonnen worden. Charakteristisch sind Fragmente verstümmelter kohliger Pflanzen-Abdrücke stets in ihrer Begleitung, Anzeigen eines Vorkommens von Steinkohlenflözen aber, welche dort wohl gesucht worden sind, fand ich nirgends in dieser Gebirgsart.

Wo die zusammenhängende Masse dieses Sandsteines aufhört, findet er sich nordwärts nur noch an einzelnen Punkten zerstreut, theils in der Tiefe der

Kesselthäler von *Pyrmont* und *Driburg*, theils in Bergen von geringer Erhebung und unbedeutendem Umfange, welche über die Muschelkalkfläche hervorragen. Den Sandstein des Pyrmonter Thales mit seinen Trümern von Schwarz-Braunstein-Erz und Schwerspath und mit seinen Mergeln, welche von Eisenglimmer-Nesterchen erfüllt sind, hat bereits Dr. Menke mit großer Sorgfalt und Treue beschrieben; bei Driburg ist er weniger deutlich an den sumpfigen Rändern des Thales, am Ausgange nach Brackel, schon von Hausmann bemerkt worden, doch bildet er dort unmittelbar an der südlichen Begränzung desselben den ansehnlichen Rücken zwischen Driburg und Siebenstern. Die interessanteste jener isolirten Erhebungen mag unstreitig jener Hügel bei *Bonenburg* seyn, in welchem die einzigen Mühlsteinbrüche des Fürstenthumes Paderborn liegen; plötzlich hervortretend, in der Form eines Basaltkegels, zeigt er in seinem Innern die unzweideutigsten Spuren einer gewaltsamen Zerrüttung, seine Masse sieht dem Rothliegenden ähnlich und ist aus einer Menge verworren durcheinander-geworfener Blöcke zusammengesetzt, welche nur an den Rändern gegen den Muschelkalk eine regelmäßsig steil einfallende Schichtung zeigen. — Nordwärts des merkwürdigen Thales von Pyrmont fand ich den bunten Sandstein auf dem linken Weser-Ufer nicht wieder, alle die mannigfaltigen Schichten bunter Mergel und Sandsteine, welche dort sein Andenken in Erinnerung bringen, gehören der mächtigen Keuper-Bildung an, welche nächst ihrem Auftreten am nördlichen Rande des Jura, in dem Hügel-Lande von Schwaben und Franken, wohl nirgends in Deutsch-

land eine grössere Ausdehnung erlangen mag als hier. Es ist in seinem Gebiete nur noch der Muschelkalk, welcher in vereinzelt hervorragenden Massen die Lagerungsfolge des thüringischen Flözgebirges ins Gedächtniss ruft.

Diese ausserordentlich verbreitete Gebirgsart ist, wie schon erwähnt, besonders im südlichen Theile dieses Landstrichs vorherrschend; sie wird südwärts vom Thale der Diemel, von *Rimbeck* oberhalb *Warburg* bis nahe vor Trendelenburg durchschnitten und zieht sich von dort auf sein nördliches Ufer zurück; nördlicher hat sich die *Nette*, fast von ihrem Ursprunge bei *Neuen Heerse* bis zu ihrer Mündung bei *Godelheim*, in ihr den Weg gebahnt, und auch noch die Quellen der *Emmer* entspringen zwischen Muschelkalkbergen. Die hohe Muschelkalk-Ebne des Fürstenthumes Paderborn steht nordöstlich in unmittelbarer Verbindung mit dem Gürtel des ansehnlichen Saumes derselben Gebirgsart, welche den nördlichen Rand des Sollinges in der Richtung über *Stadt Oldendorf* nach *Eimbeck* begränzt; wo sie bei *Polle* über die Weser setzt, bis in die Nähe von *Ruehle*, oberhalb *Bodenwerder*, steigen ihre Felswände senkrecht unmittelbar aus der Tiefe des Thales herauf; die Weser tritt auf dieser kurzen Erstreckung aus einem weiten Längenthale in eine enge Gebirgs-Spalte, häufig verschwindet hier der Weg an ihren felsigen Ufern und ihr eingeengtes Bette füllt den ganzen Raum ihres Thalgrundes aus.

Die herrschenden Abänderungen des Muschelkalks zeigen auch hier ganz dieselbe Folge von rauchgrauen, dichten, splittrigen und überall deutlich ge-

schichteten Kalksteinen, welche in den Umgebungen des *Harzes*, auf der Hochfläche des *Eichsfeldes* und an den Rändern des *Thüringer Waldes* so vorherrschend sind. Der Kalkstein aus den Umgebungen von Pyrmont, mehr aber noch der, welcher in einzelnen Vorragungen im Gebiete der Keuperformation des Fürstenthums Lippe heraustritt, ist besonders herrschend durch eine dunkelblaugraue bis ins Schwarzblau übergehende Färbung, durch schwachen Stinksteingeruch und grosse Härte und Festigkeit bezeichnet. Die Versteinerungen, welche in ihm vorkommen, sind in ihrem Haupt-Charakter dieselben, welche erst neuerlich Herr v. Schlottheim einer critischen Vergleichung unterworfen hat; überall sind Entrochiten bei weitem die verbreitetsten, und wo die Lagerungs-Verhältnisse nicht nachweisbar sind, dienen sie schicklich als zuverlässige Führer. Was sonst noch von seltnern organischen Resten in dieser Gebirgsart sich findet, hat Herr Hof-Medicus Mencke zu Pyrmont mit ausgezeichneter Sorgfalt untersucht, und es ist wohl des Anmerkens werth zu erwähnen, dass sich darunter auch Schaalthiere der süssen Gewässer befinden, deren wohl bestimmbare Abdrücke ich in der Sammlung dieses fleissigen Forschers gesehen habe.

Grosse Aufmerksamkeit verdienen unstreitig die unzweifelhaft dolomitischen Massen, welche dieser Kalkstein zuweilen, wenn gleich nirgends in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit, enthält; sehr überraschte mich ihr Anblick in rauhen sandigen Blöcken auf dem Rücken des *Steinberges* bei *Driburg*. Die zahllosen späthigen Entrochiten, welche darin vorkommen, sind häufig zerfressen, und oft erkennt man in

verzerrten drusigen Räumen, welche mit ocherreichem Braunspath überzogen sind, noch deutlich ihre veränderten Umrisse. Dieses Gestein braust im frischen Zustande mit Säuren nicht. — Es ist überhaupt die Gegend von Driburg sehr reich an mannigfaltigen und eigenthümlichen Modificationen des Muschelkalks. — Einen ähnlichen Dolomit sah ich am Fuſse des *hohen Steinberges* zwischen *Alten-* und *Neuen-Heerse*, reichlich mit kleinen Trümchen von Bleiglanz durchzogen, welcher auf seinen Klüften in krystallinischen Schnüren erscheint. Ansehnliche Nester von Bleiglanz finden sich ferner auf Kalkspathgängen im rauchgrauen dichten Kalksteine des *Latberges* bei *Entrup*, wo sie schon Erhard erwähnt.

Von dieser dolomitischen Abänderung verschieden scheinen indeſs noch die zelligen und blasenreichen Kalksteine, welche, so wie in Franken und Schwaben, auch im Muschelkalk dieser Gegenden vorkommen. Sie gleichen in ihrem äuſsern Ansehn ganz den löchrigen Massen der Rauchwacke und nicht selten sind ihre Löcher mit staubigen Mergeln erfüllt, welche der Asche des Mansfeldischen gleich scheinen. Ich fand sie in unregelmäſsigen knolligen Massen hin und wieder in dem geschichteten Kalksteine verbreitet auf der lichen Fläche südwärts Pyrmont, zwischen *Tietelsen* und *Blankenau* im Fürstenthume Paderborn u. s. w., besonders aber fehlen sie niemals dort, wo die Gyps-Stöcke hervorbrechen, deren ich einige mit groſser Bestimmtheit vom Muschelkalkstein umschlossen gefunden habe. So bilden sie bei *Helmern* unweit *Peckelsheim* kleine isolirte kegelförmige Kuppen über dem Gyps, welche ganz aus lose zusammengeschüt-

teten eckigen Knollen zu bestehen scheinen, und am Schlofsberge von *Dringenberg* sah ich sie deutlich im Fortstreichen des Gyps-Lagers das Ausgehende bilden, wo der Gyps schon unter der Oberfläche zwischen den zusammentretenden Muschelkalk-Schichten des Hangenden und Liegenden sich ausgekeilt hat. Sind diese Gyps-Stöcke durch spätere Einwirkungen freier Schwefelsäure auf den Kalkstein entstanden, so waren es wohl die entweichenden Ströme des kohlensauren Gases, welche den umgebenden Kalkstein angegriffen, durchlöchert und staubige Niederschläge in seinen Löchern hinterlassen haben; nirgends suchte ich solche Abänderungen vergeblich in ihrer Nachbarschaft.

Ueber die herrschende Schichtenfolge in der Masse des Muschelkalks eine für gewisse Landstriche gültige Regel zu finden, gelang mir nicht; was ich in Beziehung auf dieses Verhältnifs gesehen, kann allein bei sehr specieller Beschreibung von einiger Wichtigkeit seyn. Doch fand ich ein Verhältnifs mehr allgemeiner constanter Natur in den obersten Schichten dieser Bildung. In der Annäherung an die aufgelagerte Keuper-Formation sieht man überall in der Beschaffenheit dieses Kalksteines eine Veränderung eintreten, welche mir sonst in Nord-Deutschland, es sey denn, am westlichen Hange des Meifsner, nicht vorgekommen ist. Sie beginnt mit dem Auftreten einer eigenthümlichen Masse von schiefrigem, dunkelschwarzgrauem, fast immer kalkfreiem Letten, welcher mit Kalkstein-Schichten regelmäfsig abzuwechseln pflegt und die bituminösen schiefrigen Mergel des Gryphitenkalks in Erinnerung bringt. Der Kalkstein in diesem Wechsel ist im Allgemeinen doppelter Beschaffen-

heit, einmal zeigt er sich dicht, vollkommen eben im Bruch und von ausgezeichneter Sprödigkeit, mit beständiger Neigung sich in plattgedrückte sphäroidische Massen zu trennen, welche bei flüchtiger Ansicht den Nieren thonigen Sphärosiderites in den Schiefern des Gryphitenkalks ähnlich sehen und ihre dunkelblaugraue Farbe haben. Niemals fand ich in ihnen Versteinerungen, öfter dagegen sieht man darin kleine Drusen von Kalkspath und Bergkrystall, sie finden sich häufig im Aufsteigen von *Höxter* nach *Fürstenau* am Ufer der *Schelpe*. Die zweite Art dieses Kalksteines zeigt sich oft in fussstarken zusammenhängenden Lagern und ist stets von rein krystallinischem Korn und von dunkel blauschwarzer Farbe; charakteristisch ist ihr eine Menge fest eingewachsener späthiger Steinkerne von Pectiniten und glatten Terebrateln eingemengt, welche bei fortschreitender Verwitterung an der Oberfläche unregelmässig vorragende Knoten und Streifen bilden. Je weiter nach oben, desto seltner werden diese Kalkstein-Schichten, der Schieferletten wird dünnblättrig und fest und reichlichen Kohlengehalt aufnehmend geht er in Brandschiefer über; in diesem Zustande verwittert er schwer, und die Flächen, unter welchen er ansteht, sind, wie z. B. die Felder südwärts *Altenbergen* bei *Vörden*, mit zahllosen schwarzen Blättchen bestreut. Solche Stellen sind es, wo der Keuper sich in dichten weisslichgrauen Thonsteinplatten und mit feinkörnigen gelblichgrauen Sandsteinen einstellt, welche mit glimmrigen Ablösungsflächen hin und wieder kleine Kohlen-Partikelchen führen und selbst Pflanzen-Abdrücke enthalten, unter denen man Farrnkräuter, Rohrstengel und länge-

gestreifte schmale Blätter zu unterscheiden glaubt. Es sind diess dieselben Sandsteine, welche Stift bei seiner Bereisung von Corvey auf der hohen Fläche der Kalkberge verbreitet fand und für Steinkohlen-Gebirge anzusprechen geneigt war. Von ausgezeichneter Schönheit sieht man sie in den Schluchten um *Luentorf* südöstlich von Pyrmont und im Grunde zwischen *Marienmünster* und *Grevenburg*. Häufig werden sie von Schieferthon-Streifen durchzogen, welche dem Ausgehenden eines Kohlenflözes ähnlich sehen, nirgends aber hat man grössere Kohlentrümer in ihnen getroffen. Der Thonstein ist in dieser untersten Gruppe der Keuper-Formation bei weitem das herrschendste Glied; schön und mannigfaltig breiten sich seine Schichten über die hohe Kalkfläche der obern Grafschaft Pyrmont aus. Weiter von den Rändern des *Kalksteines* entfernt, über welchen dieser Gesteinswechsel oft stundenlang in Schaalen von unbedeutender Mächtigkeit anhält, unter welchen fast jeder Wasserriss deutlichen Muschelkalk entblösst, beginnt die grosse Masse der schillernden Mergel, welche das wesentlichste Glied jener oben genannten ungeheuern Verbreitung der Keuper-Formation bildet. Diese mächtige Gebirgsart beginnt in ihrer grössesten Ausdehnung an den nördlichen Gränzen des Fürstenthums Paderborn, sie erfüllt in seinem Innern den Raum einer länglichrunden Mulde, welche südlich bis nahe an die Uferhöhen des Diemelthales tritt und sich nordwärts noch fast eine Meile jenseit *Borgholz* erstreckt; *Borgentreich* liegt in der Gegend ihrer ansehnlichsten Mächtigkeit. — Nordwärts erfüllt diese Bildung bis über *Detmold* hinaus fast ausschliesslich

den Raum vom Rande des Teutoburger Waldes bis in das Weserthal, ihr gehören die genannten hohen Bergrücken, welche den äusserſten Wall um das Pyrmonter Thal bilden, und in der Kuppe des *Köterberges* steigen sie zum höchsten Gipfel des Landes auf; sie umgränzen die Ebne der Grafschaft Ravensberg und breiten sich ununterbrochen zusammenhängend zwischen dem Teutoburger Walde und der Weserkette zu beiden Seiten der Haase bis Osnabrück aus. Es ist mir nicht gelungen, in dieser Richtung ihr äusserstes Ende zu erreichen.

Die Auflagerung dieses erst seit wenigen Jahren in den Weser-Gegenden entdeckten Gebildes auf den Muschelkalk ist fast in allen Schluchten, welche vom Weserthale zwischen Höxter und Bodenwerder gegen Westen landeinwärts führen, deutlich wahrnehmbar, sie zeigt sich in ihrer ganzen Reinheit an der Strasse von Höxter nach Pyrmont und im Grunde von Bödexen, am südlichen Fusse des Köterberges. Nirgends fand ich Verhältnisse, wie sie Herr Boué aus der Gegend von Pyrmont beschreibt, und wer diese Gegenden sah, wird, auch abgesehen von den Lagerungsverhältnissen, leicht auf die Verschiedenheit der Gesteine aufmerksam werden, welche den Keuper vom bunten Sandsteine auffallend genug unterscheidet.

Die Mächtigkeit buntgestreifter Mergel, welche von herrschend kirschrother Grundfarbe mit grauen, grünlichen und blaurothen Schichten in den mannigfachsten Schattirungen wechseln, ist in der That ausserordentlich, überall sieht man in den zahllosen Mergelgruben, welche sie veranlasst, rundliche Ausscheidungen von schön zuckerkörnigem Kalkstein

und von blinkenden Quarzkörnern, oft zu losem Sande zerfallend, oft in festen löchrigen Nieren, deren Oberfläche ein eigenthümlich gewundenes, schlackenartig geflossenes Ansehen hat. In den Gegenden nordwestlich von Pyrmont, um *Vlotho*, *Bösingfeld*, im Amte Sternberg, um *Goldbeck* in der Grafschaft Schaumburg u. s. w. führen sie häufig Bergkrystalle von demantartigem Glanz und ausgezeichneter Klarheit; mit ihnen krystallisirt Kalkspath in Rhomboëdern mit den Flächen stumpfwinkliger Drei- und Drei-Kantner und Schwefelkies-Dodecaëder sind überall durch ihre Masse verbreitet. Hier ist der Fundort jener schönen Zwillings-Krystalle, auf welche Sie zuerst die Aufmerksamkeit der Mineralogen geleitet haben.

Die Sandsteine, welche diese Mergel enthalten, *bilden* unregelmäſsige, oft sehr mächtige Einlagerungen; einige derselben sehen den gewöhnlichen Abänderungen des bunten Sandsteines täuschend ähnlich und können in Handstücken nicht von ihnen unterschieden werden, so namentlich der Sandstein, welcher in mächtigen Wänden unmittelbar an das linke Weser-Ufer kurz unterhalb *Polle* tritt, so auch der, welcher den südlichen Theil des Berges bei *Hameln*, welcher die Trümmer der Festung trägt, bildet, und eben so derselbe zwischen Lemgo und Detmold, in den Brüchen von *Wanbeckerheide*. Viele dieser Sandsteine sind reichlich mit kleinen rundlichen Knollen von dichtem rothem Thoneisenstein erfüllt; am östlichen Fuſse des Köterberges, wo sie in auſserordentlicher Menge auftreten, sind sie vormals der Gegenstand eines augenscheinlich nicht bedeutenden Berg-

der auf dem Rücken des *Schinkel-Berges* nordöstlich von Osnabrück.

Unstreitig zu den unbedeutendsten Einlagerungen im Gebiete der Keuper-Formation gehört das Vorkommen von Kohlenflözen, ich fand sie von Schichten des bunten Mergels umschlossen u. a. bei Borgentreich und am Abhange des Teutoburger Waldes bei Neuen-Heerse, doch nirgends von beachtungswerther Stärke und Ausdauer, auch waren sie, so weit ich es beobachten konnte, frei von kenntlichen Pflanzenresten.

In den obern Theilen dieser Bildung, wo sie sich der mächtigen Formation des Gryphitenkalks nähert, fand ich auf dem ganzen nördlichen Rande derselben, von Rehme an der Weser das südliche Ufer der Werra und Else begleitend bis in die Gegend von Melle, einen mächtigen Gesteinswechsel eigenthümlicher Art. Statt des Mergels tritt hier ein schwarzer dünnblättriger Schieferthon auf, herrschend ohne Kalkgehalt, stets von dünnen Platten des grauen festen Thonsteines und von einem weißlichen feinkörnigen Sandsteine mit thonigem Bindemittel durchzogen. Sie bilden den nordwestlichen Abhang des *Ruhnberges* bei *Holtrup* am steilen Ufer der Weser, eben so nehmen sie fast die ganze genannte Erstreckung zwischen Rehme und Herford ein und die trockne Heidfläche des *Schwechter Berges* zwischen Herford und Buende, die Höhen von *Hückerkreuz* und *Rimsloh* im Fürstenthum Osnabrück, werden von solchen Schichten bedeckt. Die schönen Mergelschiefer der Gryphiten-Formation sind es noch nicht, welche wir dort vor uns sehen, es *sind noch* dieselben Thonsteine, welche wir früher im

Keuper gefunden, und auch die Sandsteine, welche dort vorkommen. Schwierig ist es allerdings hier auf den Gränzen beide Gebilde zu sondern, denn selten verstattet jener leicht zerstörbare Schieferthon einen deutlichen Aufschluſs.

Was ich Ihnen von dem Erscheinen der Formation des Gryphiten-Kalks in jenen Gegenden mittheilen könnte, kann nicht bedeutend seyn. Sie kennen aus eigner Ansicht die herrliche Weserkette vom Süntel bis zu den Felsen des Weser-Scharts, in welcher sie in ihrer höchsten Entwickelung auftritt. Was ich früher dort zu beobachten Gelegenheit fand, ist Ihnen nicht fremd. In dem Gebiete gegenwärtiger Betrachtung fand ich sie nur in untergeordneten und unzusammenhängenden Verhältnissen. Unmittelbar am südlichen Rande des oben erwähnten weiten Längenthales, in welches ein Arm der Haase sich ergieſst, sah ich die südlichen Gränzen der Gryphiten-Schiefer, welche vom Rande der Weser-Kette sich ausbreiten; eine Reihe schwarzer Mergel-Gruben zwischen Rehme und Buende, besonders bei Loehne, entblöſst sie. Reichlich mit gekrümmten Gryphiten und Belemniten erfüllt, liegen sie überall auf den Feldern umher. Auch die thonige Fläche der Grafschaft Ravensberg, in welcher die Kirchspiele Hepen, Schildsche, Jöllenbeck und Enger liegen, wird ganz von solchen Schiefern gebildet. In ihnen stehen die Soolschächte von Salz-Uffeln, und dort scheinen sie sich im Amte Schöttmar weit in den mit Sand und Geröll überschütteten Grund des Begathales hinaufzuziehen, denn Spuren von ihnen fand ich noch östlich von Lemgo. Merkwürdig *ist eine Mulde* zwischen Keuper- und

Muſchelkalk, in welcher ſich dieſe Schiefer von der Weſer bei Polle bis an den ſüdlichen Fuſs des Schwalenberger Waldes fortziehen; die ſchönen Verſteinerungen, welche ſie dort am Silberbache bei Falkenhagen führen, ſind vom Herrn Dr. Menke beſchrieben worden. Wo dieſe Mulde ſich endet, hat das ſchwarze Geſtein mehrfach vergebliche Verſuche auf Steinkohlen veranlaſst. — Faſt ſcheint ein ähnlicher Strich von Gryphiten-Schiefern, welcher ſich von Oeinhauſen am nördlichen Ufer der Emmer erſtreckt, nur ihre ſpäter unterbrochene Fortſetzung. Deutlich noch finden ſie ſich ferner auf der Oberfläche des Keuper zerſtreut, und wie es ſcheint, ſelbſt in ſeine obern Schichten eingelagert, in unbedeutenden Maſſen bei Grevenburg und in der nächſten Umgebung von Meinberg. In der Gegend von Osnabrück liegt in derſelben Gebirgsart die kohlige ſchreibende Abänderung, welche man namentlich an der Miebecke und bei Eſſen, als Zeichenſchiefer gewinnt und verarbeitet.

Was auſserdem noch von dieſer Bildung in unſerm Gebiete erſcheint, ſteht mit der Zuſammenſezzung des *Teutoburger Waldes* in ſo inniger Verbindung, daſs ich es vorziehe Ihnen dort davon Rechenſchaft abzulegen.

Gefliſſentlich vermied ich bisher, dieſe merkwürdige Gebirgskette genauer zu erwähnen, denn ihre eigenthümliche Erſcheinung heiſcht eine zuſammenhängende Darſtellung. Den äuſserſten Saum des norddeutſchen Flözgebirges bildend, iſt ſie es werth an der Gränze einer Reihe von Erſcheinungen zu ſtehen, welche im Innern deſſelben einen der Aufmerkſamkeit des Gebirgsforſchers ſo würdigen Wechſel mannigfa-

cher Gebirgsarten und so interessante Structur-Verhältnisse darbieten. Endlich diesen Rand zu erreichen, mit welchem sich die Aussicht in ein neues Gebiet öffnet, war schon seit Jahren das Ziel meiner heissesten Sehnsucht; lange hat mich nun seine Untersuchung beschäftigt, doch ist sie noch nicht in ihren ersten Umrissen vollendet. — Wohl sehen wir uns vergeblich in dem zerrissenen Flözgebirgslande Norddeuschlands nach einer Erscheinung um, welche der Kette dieses Gebirgsrandes an Mächtigkeit und gleichförmiger Ausdauer verglichen werden könnte. Zwanzig Meilen weit ein fast ununterbrochener schmaler Kamm von mehr als tausend Fuss Erhebung über dem Meere, wird sicher auch bei denen, welche ferne Länder gesehen, noch der Aufmerksamkeit würdig erscheinen.

Schon das Beginnen dieser Kette, wo sie sich an der *Diemel* bei *Stadtberg* vom Rande des niederrheinischen Schiefergebirges losreisst, regt neue Betrachtungen auf, ihre scharf von Süden nach Norden gerichtete Streichungslinie ist wohl eine unmittelbare Fortsetzung von den Wirkungen jener mächtigen Spalte, welche der Verbreitung des Uebergangsgebirges weiter südlich ganz in derselben Richtung Schranken gesetzt hat. Dass das Innere der Erdoberfläche hier noch weit gegen Osten in dieser Richtnng wiederholend gespalten sey, beweisen unstreitig die von Süden nach Norden gerichteten Züge aller hessischen Basalt-Berge, ja selbst östlicher noch fliessen Weser und Leine in ähnlichen deutlichen Längenthälern, welche der Gewalt des angränzenden niederländischen Ketten-Systemes zu spotten scheinen. Wo dieser

Einfluſs ſich endet, bei *Veldrom* in der Gegend von *Horn*, bricht auch die Kette dieſes Gebirges ab; es iſt keine ſanfte Krümmung, welche ſie hier aus der nördlichen Richtung in die nordweſtliche überführt, ſchnurgerade ſetzt die Kette mit den Gipfeln der *Velmer-Stort* (1156 Fuſs über dem Weſerſpiegel bei Höxter) hier nordwärts ins Land hinein und endet ſteil abfallend zugleich mit ihrer anſehnlichſten Erhebung. Die neu aufſteigende Kette legt ſich weſtlich neben ſie, noch bevor ſie geendet hat, und die Kluft zwiſchen beiden, von Veldrom zur Silbermühle hinab, iſt das wildeſte Thal dieſer Gegend. Doch auch nachdem die nordweſtliche Richtung begonnen hat, iſt die Erſtreckung dieſer Kette nicht gleichförmig; an den Felſen der Externſteine vorüberſtreichend endet ſie eben ſo plötzlich abbrechend an ihrem innern nordöſtlichen Rande mit der anſehnlichen Maſſe der Grotenburg, nordweſtlich von Detmold. Nach auſsen bricht ſie ſpäter, bei *Auguſtdorf*, ab, und hier iſt die *Döhrenſchlucht* ein vollſtändiger Durchbruch, bis auf die Heidfläche der Senne geriſſen. Wo ſie gegenüber wieder aufſteigt, weicht ihre Richtung noch mehr gegen Weſten ab. Mit dem Beginnen der Ebne von Ravensberg fehlt ihrem innern Rande nun auch die Stütze des unterliegenden Hügellandes, ſelbſtſtändig in ſich zuſammengezogen ſetzt ſie fortan, als ein ſchmaler Gebirgskamm, frei an beiden Rändern, unbekümmert um das Wegfallen ihrer nördlichen Parallelketten, fort, wie eine Mauer ſteil aus der niedrigen Fläche hervorragend. Bei *Bielefeld* wird ſie von Neuem durchbrochen, und in dieſer Spalte, welche freilich ſo ſchmal und ſcharf begränzt in der Natur

nicht erscheint, als die Le Coqsche Charte sie abbildet, liegen in sumpfiger Fläche dicht neben einander die Quellen beider Lutter-Bäche, deren einer zur Ems, der andere zur Weser fliesst. Der Gebirgskamm hält westwärts gleichförmig an und erreicht erst sein Ende mit dem frei in die Heide vorspringenden Rükken, welcher die Trümmer der Ravensburg trägt. Es ist in der That wohl sehr merkwürdig, dass diese ganze Gebirgsmauer von Augustdorf bis an den Ravensberg, so weit sie durch die Ebne setzt, senkrecht geschichtet, häufig selbst steil überstürzt ist. Man könnte bei Bielefeld wähnen den Quadersandstein unter dem Muschelkalk liegen zu sehen, wenn man stundenlang auf der Gränze das gleichbleibende Fallen beobachtet; eben so regelmässig schiesst der Jurakalk stundenweit unter den Sandstein ein. Wer möchte hier wohl noch zweifeln, dass diese Mauer auf einer Spalte steht, dass es ein Gang sey, welchen wir vor uns sehen. Ein Gang von zwölf Stunden Längen-Erstreckung.

Wo die Kette am Ravensberge zerbrochen ist, steigt sie rückwärts nordöstlich von Neuem auf, minder eigenthümlich als zuvor, mit den Hügelreihen des Osnabrückischen verwachsen.

Drei Parallel-Ketten sind es, welche mehr oder minder getrennt und mit wechselnder Höhe in die innere Zusammensetzung dieses Gebirgskörpers eingehen. Muschelkalk bildet die innerste, Jurakalk die äusserste Kette und in der Mitte zwischen beiden steht Quadersandstein.

In der erstgenannten südlichen Erstreckung des Waldes, von *Hardehausen* bis *Veldrom*, bildet der Quadersandstein fast ununterbrochen den Haupt-Rücken, bedeutend über seine beiden Parallel-Züge

hervorragend; breit und flach abfallend ist er in Westen vom Jurakalk bedeckt, östlich aber kehrt er den Durchschnitt seiner Schichtenköpfe dem Muschelkalk zu, dort entblösst er nicht selten lang fortgesetzte Felsen-Reihen, ganz von derselben massigen rauhen Gestalt, welche dieser Gebirgsart an allen Punkten ihres Vorkommens so eigenthümlich ist; schön sieht man sie an der *Carls-Schanze* bei *Willebadessen* und über *Borlinghausen* hervortreten. Nur einmal, in kaum stundenlanger Ausdehnung, am *Clusenberge* südwestlich von Driburg und weiter nordwärts, bemächtigt sich der Muschelkalk, vom Heraustreten des bunten Sandsteines in der Tiefe zur Seite gedrängt, der Höhe des Hauptrückens. Schon vor seinem Bruche bei Veldrom legt sich die äusserste Kette des Jurakalks mächtiger an, ihr gehört ferner bis Augustdorf der ansehnlichste Rücken der zweiten Erstreckung, welche den schönsten Theil des Lippischen Waldes bildet; dort liegt auf seiner Höhe das *Winnefeld* mit seiner unermiesslichen Aussicht gegen Süden und Westen.

In der Mauer von *Ravensberg* laufen Quadersandstein und Jurakalk mit wenig verschiedner Erhebung als ein gleichförmiges Band, geschieden durch ein tiefes schmales Längenthal, neben einander fort, jener in kahlen langgedehnten wagerechten Rücken, dieser eine Reihe von kegelförmigen reich bewaldeten Kuppen bildend. Nordwestlich von Bielefeld sieht man beide mit den Enden des Lausberges und Tost-Berges sich ausspitzen, doch schon haben mit den Gipfeln der Hünenburg zwei neue Parallel-Ketten südwestlich sich vor sie gelegt und streichen mit gleichem Charakter bis an den Ravensberg. Solcher Wechsel

der Ketten, welche sich neben einander legen, ohne sich an ihren Enden zu berühren, ist nur eine Wiederholung der Vorgänge bei Veldrom und an der Grotenburg, es scheint ganz dieselbe Erscheinung, welche Escher in der Vertheilung der Ketten des schweizerischen Jura nachgewiesen hat. Wie zerstückelt und ineinandergeschoben ergiebt sich nicht daraus der innere Bau von Gebirgszügen, welche unsere Charten als zusammenhängende Rücken darzustellen gewohnt sind.

In der ganzen Linie von Veldrom bis an den Ravensberg erscheint uns die innere Kette des Muschelkalks immer nur untergeordnet, von geringer Erhebung, als ein oft unterbrochenes Band von ungleicher Breite, am Fuſse des Hauptrückens. Wo er mit diesem in einen Körper zusammentritt und nur die Basis des Quadersandsteines bildet, zeigen sich auf der Trennung beider Gebirgsarten mächtige Lager von dichtem und faserigem Brauneisenstein, in seinen obersten Schichten unmittelbar mit dem bedeckenden Quadersandsteine verwachsen. Das Lager von *Altenbeeken* findet sich unter solchen Verhältnissen. Mit dem Eisensteine wechseln dort Schichten von Muschelkalk, und er selbst enthält Entrochiten; ähnlich liegt der Eisenstein bei Neuen-Heerse. — Wo indeſs noch ein Thalgrund beide Gebirgsarten scheidet und der sattelförmig geschichtete Muschelkalk-Rücken selbstständig fortstreicht, sieht man nicht selten Schichten der Keuper-Formation und der schwarzen Mergel hervortreten. Eng von beiden Parallel-Ketten zusammengeklemmt, zeigen sie sich oft unterbrochen und in verwirrten Schichtungsverhältnissen; schwierig ist

ihre Verfolgung an den hoch überschütteten Abhängen. Schon am südlichen Ende des Waldes nehmen die Schiefer häufig schwache Lager von sehr bituminösem, stinkendem, versteinerungsreichem Kalksteine auf; ich sah sie bei *Borlinghausen*, bei *Willebadessen* und *Neuen-Heerse*, überall in den Wasserrissen am östlichen Rande des Hauptrückens entblösst, gekrümmte Gryphiten, Belemniten, kleine glatte Terebrateln und gekerbte Ammoniten unterscheidet man deutlich in ihnen. Frei von solchen Lagern, aber reichlich mit Kugeln thoniger Sphärosiderite erfüllt, ist der ununterbrochene Schieferstreif, welcher von Langeland bei Driburg bis ins Berlebecker Thal südlich von Detmold fortsetzt. Schon bei *Horn*, ja vielleicht schon bei *Sandebeck*, zeigen sich Trümmer einer glänzenden, würfelförmigbrechenden Steinkohle in ihm, und ähnliche Spuren sind es, welche weiter nordwestlich seine Verbreitung bezeichnen. Die ausgedehnten Versuchs-Arbeiten von *Oerlinghausen* am Fusse des *Tönsberges* hatten allein diesen eng von Quadersandstein und Muschelkalk zusammengedrückten Schiefermergel zum Gegenstand, und es ist derselbe, in welchem die Kohlenflöze von *Dohrenberg* nordwestlich von Bielefeld aufsetzen, welche leider ihres steilen Einfallens wegen (80°) nur noch auf wenige Jahre eine unerhebliche Ausbeute versprechen. Häufig sieht man in jener Gegend, am Fusse des *Hangberges* und der *grossen Egge*, zwischen Werther, Halle und Borgholzhausen das Ausgehende zerstückelter Kohlenflöze, welchen die zwangvolle Lage ihrer umgebenden Schiefer nur eine unbedeutende Verbreitung gestattet. Dort sind diese Schiefer häufig von

zahllosen wohlerhaltenen Veneriten erfüllt, und einzelne Kalkstein-Schichten enthalten; namentlich bei Eggeberg, dieselben ausgezeichneten Turbiniten, welche unter gleichen Verhältnissen von Neustadt am Rübenberge so bekannt sind. Günstiger sind die Verhältnisse der Kohlenflöze dieser Formation weiter nordwestlich, bei Borgloh im Fürstenthum Osnabrück, dort stellt sich auch in diesen Schiefern der ihnen untergeordnete Sandstein ein, welcher jenseits der Weser am Deister und Bückeberg und an der Bölhorst bei Minden eine so ansehnliche Verbreitung hat und noch immer mit dem wahren Quadersandsteine verwechselt wird, welcher niemals in Nord-Deutschland Kohlenflöze führt.

Groſs ist die Menge eigenthümlicher Abänderungen, welche im Quadersandsteine des Teutoburger Waldes vorkommen, seine Kette trifft in Süden bei *Hardehausen* und im *Warburger Walde* unmittelbar auf die Fortsetzung des bunten Sandsteines, welcher genau in derselben Richtung fortstreichend aus dem Rohder Walde jenseit der Diemel herübersetzt. Vergeblich war ich bemüht an ihren Gränzen eine deutliche Scheidung zu finden, nirgends sah ich Muschelkalk zwischen beiden heraustreten und beide Gebirgsarten sehen einander in dieser Gegend so ähnlich, daſs es scheint, als finde zwischen ihnen ein ununterbrochener Uebergang Statt. In der That ein sehr räthselhaftes Verhältniſs, zu dessen Erklärung ich nichts zu geben vermag, so sehr ich es durch lange fortgesetzte Beobachtungen zu beleuchten bemüht war. Der Sandstein des höchsten Rückens zeigt ganz die gelblichweiſse Farbe, die massige Structur, das gleichför-

mige feine Korn, nur ſelten durch neſterähnliche Conglomerat-Maſſen unterbrochen, Glimmer-Armuth und thoniges Bindemittel in ſehr geringer Menge, wie in den Felſen des Elbthales und an der Teufelsmauer bei Blankenburg. Die Steinbrüche von Veldrom und Sandebeck entblöſsen ſchöne Profile. Niemals fand ich organiſche Reſte in dieſer Abänderung. In der ganzen Erſtreckung von Kleinenberg bis nördlich von Bucke, auf der Straſse von Driburg nach Paderborn, erſcheint als Decke von ausgezeichneter Mächtigkeit ein dunkeleiſenrother, feinkörniger, mürber Sandſtein, voll dunkellauchgrüner Pünktchen, thonig und hin und wieder undeutliche Muſchelreſte enthaltend, bei deſſen Anblick wohl Niemand an Quaderſandſtein denken möchte, zeigten es nicht ſeine Lagerungs-Verhältniſſe, daſs er hierher gehört.

Wo mit dem Rücken des *Tönsberges* der Quaderſandſtein-Streifen unſerer dritten Gebirgsſtrecke beginnt, iſt die Beſchaffenheit dieſer Gebirgsart aufs Neue durch ausgezeichnete Eigenthümlichkeiten unterſchieden. Ihre ganze Maſſe iſt ſchmuzig eiſenbraun, thonig, und gleicht einem verhärteten eiſenſchüſſigen feinſandigen Schlamm, durch welchen eine Menge bis haſelnuſsgroſser, gelber und grauer Quarz-Geſchiebe, oft in groſser Erſtreckung gleichförmig vertheilt iſt. So iſt dieſer Sandſtein überall vorwaltend bis an den *Bahrenberg* bei Borgholzhauſen verbreitet, und noch in ſeiner weiteren Erſtreckung durchs Osnabrückiſche zeigt er bis zum *Döhrenberge* bei *Iburg* herrſchend gleiche Beſchaffenheit. Nirgends iſt er in Quadern getheilt und nur ausnahmsweiſe zu Werkſtücken geringerer Güte anwendbar. Häufig und faſt

überall durch ſeine Maſſe verbreitet ſieht man kleine eckige Pünkchen einer glänzenden Kohlenblende, und organiſche Reſte zeigen ſich an unzähligen Punkten. In den Steinbrüchen des *Bahrenberges* traf ich groſse Convolute von Reteporiten, glatten kleinen Spatangen, geſtreifte Pectiniten und Sterne von Pentacriniten in ihm. Häufig ſind bei *Oerlinghauſen* ſtumpfe Kerne geſtreifter Trigonien. Merkwürdig ſind einige untergeordnete Farbenwechſel, welche ſich an der Hünenburg bei Bielefeld und am Bährenberge zeigen, dort iſt der Sandſtein unregelmäſsig gewölkt von braunen, gelblichweiſsen und roſenrothen Flecken durchzogen, hier ſieht man groſse Ausſcheidungen lebhaft blaugrau bis ins Smalte-Blau gefärbt. Wahrlich ein ſehr ungewohnter Anblick in dieſer Gebirgsart.

Wo der Quaderſandſtein in den aufgelagerten Jurakalk übergeht, zeigt ſich aufs Neue ein Wechſel ſehr eigenthümlicher und ununterbrochen fortgeſetzter Schichten merkwürdiger Mittelgeſteine, denen bis ins Kleinſte verwandt, welche unter gleichen Verhältniſſen im *Hils* bei Alefeld an der Leine und an ſo vielen Punkten im Hildesheimiſchen vorkommen. Es iſt hier häufig eine feinkörnige rauhe Kieſelmaſſe, groberdig und höckrig im Bruch und von ſchneeweiſser Farbe, welche dem Sandſteine zunächſt liegt, oft iſt es wahrer Trippel, welcher mächtige Maſſen bildet und den nördlichen Rücken der Grotenburg bei Detmold bedeckt. Splittrige Hornſtein-Knauer, welche durch milchblaue Farbe und Durchſcheinenheit bis in den Chalcedon übergehen, ſind in ihm häufig, groſs iſt ihre Mannigfaltigkeit an der weſtlichen Seite der Externſteine. Mehr und mehr Thongehalt aufneh-

mend und ſpäter mit Kalkerde in ſteigendem Verhältniſſe gemiſcht, verwandelt ſich dieſes Geſtein in einen groberdigen ſchalfrig bröcklichen Thonmergel, welchem faſt überall, wo ich ihn ſah, eine eigenthümlich gewäſſerte Vertheilung von gelbgrauen und ſchwärzlichen, verwaſchenen Streifen ein ausgezeichnetes Anſehen giebt. Endlich wo der Kalkſtein beginnt, ſtellen ſich hellgraue, maſſig bröckliche Mergel ein, ſtets eine Menge von kopſgroſsen Kugeln gleichgefärbten ſehr dichten Kalkſteines von auſserordentlicher Feſtigkeit und ebnen Bruchflächen lagenweiſe umſchlieſsend. Schön ſieht man dieſe Gebirgsart an der kleinen Egge bei Horn, an der Straſse nach Paderborn.

Die Haupt-Maſſe des Jurakalks fällt ſchon durch ihre Weiſse ins Auge, dicht und ſplittrig, ſind ihre Bruchflächen eben und von auſserordentlicher Zartheit. Sehr eigenthümlich iſt die Structur ihrer Felswände; ſie ſcheinen faſt nur aus platten ellipſoidiſchen Scherben zuſammengeſetzt, welche loſe in der Ebne der Schichtung übereinander liegen, man glaubt eine von Menſchenhand aufgeſetzte Mauer zu ſehen. Häufig ſetzen ſenkrechte Klüfte hindurch, und wo ſie weit aufklaffen, werden es Höhlen, ſo in der Mordſchlucht am Barnacken und im Hohlen-Stein auf dem Lippiſchen Walde.

Südwärts breitet ſich der Jura-Kalk von den Abhängen des Teutoburger Waldes weit in die Ebne hinein, er allein füllt die Tiefe des Buſens von Münſter und Paderborn aus, und was hier von einzelnen Vorragungen aus der weit verbreiteten Sand- und Moorfläche austritt, ſcheint ausſchlieſslich ſeiner Bildung anzugehören. In der einſamen Hochfläche des

Sindfeldes, welche dem nördlichen Abfall der Sauerländischen Gebirge vorliegt, sind es nur Bruchstücke dieses Gesteines, welche den Boden in zahllosen Trümmern bedecken. Häufig sieht man dort in ihm Feuerstein-Knollen und gewöhnlich ist seine Farbe mehr lichtgrau, sein Korn weniger fein und dicht als auf dem Rücken des Teutoburger Waldes. In seinen untersten Schichten, welche sich in dünnen Schalen noch weit über den Abhang des Uebergangsgebirges ausdehnen, sieht man häufig eine innige Verbindung jener oben genannten trippelähnlichen Massen mit diesen Kalksteinen, oft fein porös und fast schwimmend leicht scheinen sie fast den ganzen Kieselgehalt in sich aufzunehmen, welcher weiter östlich im Sandsteine geschieden erscheint. Unter ihnen tritt im Thale von *Wünneberg*, nur unbedeutend mächtig, ein conglomeratischer mürber Sandstein hervor, gepfropft voll kleiner dunkellauchgrüner Pünktchen, welchen er seine Farbe verdankt. Es ist diess unstreitig nur die Fortsetzung desselben Sandsteines, welchen der Fürst Salm weiter westwärts bei Rühden viel mächtiger unter weissem Kalksteine fand. Hier scheint sich der Wechsel von grünen Sandsteinen und Mergeln einzuleiten, welcher später bei Soest, Dortmund u. s. w. so mächtig den nördlichen Abfall des alten Gebirges umgürtet.

Kaum darf ich wohl noch hinzufügen, dass der Kalkstein unserer westphälischen Jura-Kette stellenweise sehr reich an Versteinerungen ist. Fast überall fand ich verstümmelte Abdrücke von Arten der Sowerby'schen Gattung Inoceramus, häufig durch die faserige Structur ihrer Schale ins Auge fallend. Zahllos

ist die Menge von Echiniten, welche diese Bildung bei Paderborn und auf dem Sindfelde führt, seltner sind sehr flache schwach gekerbte kleine Ammoniten bei Tudorf und Kleinenberg, und glatte kleine Terebrateln fand ich auf der grossen Egge im Lippischen Walde.

Wenn ich Sie bat, mich bisher durch die regelmässige Reihenfolge des Flözgebirges bis zu der jüngsten Schicht, am Rande des alten Meeres, zu begleiten, so darf ich wohl nicht fürchten Ihre Aufmerksamkeit zu ermüden, wenn ich noch Einiges von den Verhältnissen minder regelmässig auftretender, anomaler Vorkommnisse jüngerer Gebirgsarten hinzufüge.

Schon oben erwähnte ich das Vorkommen des Gypses im Muschelkalk; erlauben Sie mir jetzt noch einige speciellere Angaben über diese interessante Erscheinung. Fünf solcher gesonderter Einlagerungen fand ich an den Ufern der Weser zwischen *Reilepsen* und *Hehlen*, einige derselben, welche am Rande ihres Absturzes zu Tage ausgehen, sieht man in nackter Entblössung zwischen den Kalkstein-Schichten eingekeilt, und bei den andern, welche hoch auf Muschelkalkbergen vorkommen, ist wenigstens die Bedeckung mit gleicher Gebirgsart nicht zweifelhaft. Alle diese Gyps-Massen sind herrschend von krystallinischem Korn, nur an ihren Rändern durch thonige Beimengung verunreinigt; sie zeigen in ihrem Innern ganz denselben schnellen Wechsel der einzelnen Abänderungen, dieselbe verworrene Streifung und Wellengestalt und eben so häufigen Wechsel ihrer Mächtigkeit, als die bisher sogenannten Gypse der ältern Flöz-Kalkstein-Formation. Eisenschüssigkeit ist ihnen

fremd, wie den salzführenden Gypsen von Schwaben, doch Anhydrit und Bittersalz fand ich hier nicht.

Im Innern der Muschelkalkfläche von Paderborn ist unstreitig die Gyps-Masse von Helmern bei Peckelsheim am südlichen Ufer der Helmede die bedeutendste, minder ausgezeichnet sind die Lager von Dringenberg, von Wintrup in der Nähe von Steinheim, von Herlinghausen, Lamerden und Liebenau am Rande des Diemelthales, von Schmedissen im Fürstenthume Lippe und von Sieker bei Bielefeld. Häufig sieht man an diesen Punkten in der körnigen Grundmasse Trümer von weissem Fasergyps unregelmäfsig nach allen Richtungen durchsetzen, und schöne Ausscheidungen von grofsblättrigem klarem Frauenèis bilden bei Helmern ganze Lagen. Die Gestalt dieser Gyps-Einlagerungen ist auch hier durch kurze Längen-Erstreckung und bedeutende, schnell vermehrte Mächtigkeit ausgezeichnet; besonders zeigen ihre Durchschnitte bei Herlinghausen und Lamerden die Gestalt einer kegelförmigen Kuppe, welche senkrecht aus dem engen Thalgrunde aufsteigt und an den gegenüberliegenden Wänden nicht wiederkehrt.

Eifrig war ich bemüht in den Umgebungen dieser Gypse nach Spuren einer ihnen angehörigen Steinsalz-Niederlage zu forschen, doch nur unbedeutend war der Erfolg meiner Nachforschungen. Ich fand bei Helmern durch unverdächtiges Zeugnifs das Daseyn einer mächtigen Salzquelle bestätigt, welche unerwartet hervorgetreten plötzlich in der zerklüfteten Gyps-Masse wieder verschwunden war; auch im Weserthale kennt man Spuren schwacher Salzquellen, Polle

gegenüber, und bei Grave unmittelbar dem Fuſse der Felswand gegenüber, welche das Ausgehen des Gypſes entblöſst, treten ſie im Gerölle der Weſer hervor und werden nur bei niedrigem Waſſerſtande bemerkbar. Ob dieſe Spuren hinreichen können auch in dieſer Gegend von Deutſchland ein Verhältniſs wahrſcheinlich zu halten, deſſen Kenntniſs durch die Entdeckungen der Herren von Oeynhauſen und von Dechen ein Eigenthum der Wiſſenſchaft geworden iſt, wird die Zukunft entſcheiden.

Was ich im übrigen Theile des norddeutſchen Flöz-Gebirges von den Verhältniſſen einer eigenthümlichen Gyps-Formation zu entdecken glaubte, welche mindeſtens unter dem bunten Sandſteine hervorgetreten, erſt nach der Vollendung der Flöz-Gebirgsarten erſchien, begründete in mir die Anſicht, welche dieſer Gyps-Bildung in unſerm Vaterlande denſelben Einfluſs auf die letzte Geſtaltung der Erdoberfläche zuzuſchreiben geneigt iſt, welchen Herr von Buch in den Alpen, im niederrheiniſchen Schiefergebirge, auf dem Thüringer Walde und an den Rändern des Harzes von den Pyroxen-Porphyren ſo ſcharfſinnig und umfaſſend erwieſen hat. Auch in den Weſergegenden fand ich Spuren ihrer einfluſsreichen Erſcheinung; auch hier fand ich Gyps-Stöcke, da wo das Gebirge am tiefſten aufgeſchloſſen erſcheint, wo es erweislich durch ſpätere Zerreiſsungen den urſprünglichen Verband ſeiner Schichten verloren hat; ſo in der Tiefe des Pyrmonter Thales, eben ſo in dem gleichgeſtalteten Keſſelthale von Driburg. Daſs die Ausdehnung dieſer Maſſen unter der Oberfläche bedeutender ſeyn muſs als uns bei ihrer flüchtigen Betrachtung er-

ſcheint, geht ſchon aus dem reichen Gyps-Gehalte der Driburger Quellen hervor, welche Kryſtalle von Fraueneis in groſser Menge in den Klüften des rothen Mergels abſetzen, aus welchen ſie hervortreten.

Auch in der Keuper-Formation fand ich charakteriſtiſche Gyps-Einlagerungen. Mächtige mehrfach wiederholte Bänke feinkörnigen Alabaſters, mit ſtarken Schichten von rothem und buntem Mergel abwechſelnd, welche von zahlloſen Faſergyps-Schnüren durchſchwärmt werden. So zeigt ſie das Lager von Vlotho und von Neuen-Heerſe bei Dringenberg, beſonders iſt in dem erſten der Alabaſter von auſserordentlich rein kryſtalliniſchem Korn und von blendender Weiſse. Was ich ſchon früher im Keuper zu Rohrsheim und Deersheim bei Halberſtadt und noch an vielen Punkten des Braunſchweigiſchen und Hildesheimiſchen geſehen, zeigt mit der Beſchaffenheit dieſer Einlagerungen die ausgezeichnetſte Uebereinſtimmung.

Intereſſant war es mir nicht minder auch hier noch ſchöne Beiſpiele von dem früher ſogenannten jüngern Flöz-Gypſe Thüringens auf der Gränze des Muſchelkalks und des bunten Sandſteines zu finden. Genau dieſelbe Erſcheinung, welche ich früher ſo häufig an der Unſtrut, bei Jena und Göttingen ſah, findet ſich hier am Fuſse des Eichholz und der Quaſt-Holle bei Herbeſen und Rohden im Waldeckſchen wieder. Ob auch dieſe Lagen von Faſergyps, dieſe blättrigen Schichten unreiner Thon-Gypſe, deren geringe Mächtigkeit ſich in ſtundenlangen Streichungslinien erhält, und welche ſtets unter denſelben Lagerungs-Verhältniſſen wiederkehren, einer ſpätern Um-

bildung ihre Entstehung verdanken, darüber muſs wohl erst eine fortgesetzte Vergleichung entscheiden.

Wenig noch ist es, was ich Ihnen vom Auftreten der Basalte in den bezeichneten Gränzen mitzutheilen für würdig erachten kann. Das basaltische Centrum in der Gegend von Cassel sendet nur wenige Strahlen bis in die Länder nordwärts des Diemelthales. Unstreitig der schönste von allen Bergen dieser Formation in meinem Gebiete ist der Deesenberg nordöstlich von Warburg; reiner und symmetrischer sah ich noch nirgends die ausgezeichnete Kegelgestalt dieser Berge hervortreten, doch ragt seine Spitze kaum 400 Fuſs über die umgebende Fläche hervor. Der ihm nördlich gegenüberliegende kleine Weeten-Berg zeigt sehr schön die Umhüllung eines festen basaltischen Kernes mit grober Basalt-Breccie; häufig sieht man hier Stükke des unterliegenden Keuper-Mergels umwickelt, und am Hüssenberge bei Groſs-Eder ist es wohl wichtig, die Veränderungen zu beobachten, welche sie von der umhüllenden Basalt-Masse erlitten haben, einige sind hart gebrannt und mit gebleichten Farben in Porcellan-Jaspis verwandelt, andere, welche mehr Kalk enthielten, sind aufgebläht, löchrig und in eine erdige Masse verwandelt, welche mit reichlichen drusigen Trümern von Kalkspath umzogen ist; man kann selbst deutlich in gröſseren Bruchstücken die Folge der ganzen Veränderung von dem noch wohl erhaltenen Kern bis in den Zustand des Verschmelzens in die löchrige Lava wahrnehmen.

Die nördlichste basaltische Vorragung fand ich an der Stuckenwarte bei Borgentreich; sie wird fast genau unter einerlei Breite mit der Bramburg bei Adelepsen

liegen; in ihr sah ich grosse Olivin-Kugeln, welche in eine glasige schwarze Masse, ähnlich dem Obsidian, übergehen. In den Basalten des Hamberges bei Buehne fand ich deutliche Krystalle von weissem durchscheinenden Nephelin, sehr ähnlich denen, welche Herr von Leonhard am Katzen-Buckel über der Berg-Strasse entdeckt hat, seltner fand ich dort stenglichen Arragonit, ähnlich dem, welcher kürzlich am Papenberge bei Hof-Geismar gefunden ward. Schön ist das Vorkommen einer senkrechten schmalen Spalte, mit Kugel-Basalten erfüllt in den steilen Muschelkalkwänden des Diemelthales bei Everschütz, eben so fand ich eine mit Basalt gefüllte Spalte bei Daseburg, östlich von Warburg, und der Mittheilung von Herrn Schwarzenberg in Cassel, der sein Vaterland mit so rühmlichem Fleiss und grosser Genauigkeit untersucht, verdanke ich die Nachricht von zwei ähnlichen Vorkommnissen bei Liebenau und bei Herlinghausen, welche ich übersehen hatte.

Erlauben Sie mir jetzt noch eine kurze Notiz von der grossen Verbreitung tertiärer Formationen in dem Gebiete meiner Forschungen.

Was mir zuerst im südlichen Theile dieses Landstriches von dem Eingreifen unserer grossen norddeutschen Niederung vorkam, war die zerstreute Verbreitung einzelner Geschiebe derselben granitischen Gesteine, welche die Heidfläche nordwärts der Weser-Kette bedecken. Sehr vereinzelt fand ich sie noch in der Gegend von Horn und bei Schwalenberg, häufiger schon, wenn gleich immer klein und in sehr geringer Anzahl, fand sie Menke bei Pyrmont, und im Weserthale sind mir die letzten Spuren dieses grossen

Phänomens schon bei Hastenbeck unweit Hameln begegnet. Es ist unstreitig eine der Aufmerksamkeit dort wohnender Gebirgsforscher sehr würdige Thatsache, dass diese Geschiebe dort nur in den tiefsten Thälern verbreitet, niemals auf den benachbarten Höhen vorkommen. Dort wo die Berge über das Niveau der Ebne hervorragen, in welcher diese Fremdlinge uns zugeführt wurden, werden wir leichter die Züge verfolgen können, welche sie bei ihrer Ankunft genommen haben. Besonders ist wohl auch in dieser Rücksicht eine genauere Untersuchung der nordwestwärts gerichteten Parallel-Thäler der Werra und Bega sehr wünschenswerth. Mit Erstaunen sieht man sich, sobald man ihre Uferhöhen verlassen hat, in ihrem Grunde zwischen zahllose Geschiebe dieser fremden Gesteine versetzt; immer gedrängter wird ihre Anhäufung in den engern obersten Theilen dieser Thäler bei Detmold und östlich von Lemgo, Blöcke von 6 bis 8 Fuss Durchmesser sind dort keine Seltenheit und allbekannt ist der sogenannte Johannis-Stein bei Lage, welcher auf dem ordwestlichen Vorsprunge der Hügelkette zwischen beiden Thälern liegt, wo die Ravensbergische Ebne sich endet, ein Granit-Block von 24 Fuss Stärke, so grosse, als wir dergleichen nur in der Mark und an den Küsten der Ost-See finden. — Unübersehbar ist die Zahl dieser Geschiebe hart am innern Rande der Mauer von Ravensberg, und hier finden sich namentlich um Sieker bei Bielefeld Blöcke, welche dem genannten wenig an Grösse nachstehen. Wo die Muschelkalk-Kette am äusserten Saume dieser Mauer in geringer Erhebung fortstreicht, steigen diese Blöcke bis auf die Kante ihres Rückens, zahllos

ist die Menge derselben in dem engen Thal-Einschnitte zwischen Muschelkalk und Quadersandstein, doch nirgends fand ich nur eine Spur von ihnen in dem nahen Parallelthale zwischen den *höheren* Ketten des Quadersandsteines und Jurakalks. Eben so wenig sah ich jemals in den obern Theilen des Werra- und Bega-Thales die Blöcke mehr als zwei- bis drei-hundert Fuſs hoch auf ihren Abhängen liegen. Das sind sicher wohl Becken, in welchen die Strömung gefangen ward, welche sie herbeiführte; hier kann die Fluth wohl nicht mehr von Norden gekommen seyn. Auf eine ähnliche Abweichung von dieser Richtung deutet auch die Verbreitung gleicher Geschiebe in dem groſsen Meerbusen von Münster und Paderborn. Es war mir in der That höchst unerwartet mich überzeugen zu müssen, daſs auch hier diese Blöcke theils nur an dem scharfbegränzten Südrande des Teutoburger Waldes liegen, theils in der innersten Rundung dieses Busens, südlich von Paderborn, an den Rändern des Sindfeldes, wo sich das Land wieder hebt, in auſserordentlicher Menge vorkommen. Zahllos finden sie sich auf den Feldern von Alfeln und Tudorf und über die waldigen Anhöhen südlich von Salzkotten verbreitet, steinlos dagegen ist die sandige Fläche bei Münster, Lippstadt und Wiedenbrück; hier fehlen die Berge, deren Ränder sich den anstürmenden wagerechten Stömen widersetzen konnten. Doch woher können diese Gesteine von Nordwest herbeigeführt seyn? — Der Aufschluſs, welchen mir diese erste Untersuchung der einzelnen Gebirgsarten gab, welche unter ihnen herrschen, giebt für jetzt wohl kaum einer Vermuthung Raum. Es sind hier vorzugsweise prächtige

Hornstein-Porphyre, welche wenigstens ein Drittheil dieser Massen zu bilden scheinen, nächst ihnen sind es großkörnige Grünsteine, welche fast immer kleine Schwefelkies-Pünktchen enthalten, und nur der geringere Theil besteht aus Graniten und herrlichen Gneisarten. So fand ich namentlich diese Massen bei Detmold und Lemgo und in großer Menge zusammengelesen an der Strasse von Bielefeld nach Guetersloh. Merkwürdig ist es gewiss, dass sich weiter nordwestlich Schiefergebirgsarten immer nur in kleinen Geschieben zwischen diesen krystallinischen Blöcken finden. Häufig ist Kieselschiefer und Thonschiefer namentlich auf dem mächtigen Grandhügel bei Borgholzhausen am Wege nach Dissen, zweifelhafter fand ich Stücke von Grauwacke bei Salz-Uffeln, häufig aber sieht man um Halle, Dissen, Borgholzhausen und bei Urentrup nordwestlich von Bielefeld Stücke einer schwarzen, feinkörnigen, kieseligen Gebirgsart, welche täuschend dem Hornfels vom Harze und mit ihm manchen Basalten gleicht, öfter fand ich darin Reste gewundener Schnecken in Chalcedon-Masse verwandelt und sehr undeutliche Abdrücke gestreifter Pectinitenähnlicher Muscheln, ja ich glaubte selbst den Rest eines Trilobiten zu sehen. Wo und unter welchen Verhältnissen mag diese Gebirgsart anstehend vorkommen? — Auch Basalte fand ich sehr schön, mit großen Olivin-Flecken, unter diesen räthselhaften Geschieben bei Dohrenberg unweit Bielefeld und bei Lemgo. Vielleicht gelingt es mir bei fortgesetzter zusammenhängender Bereisung jener Gegenden Thatsachen zu finden, welche deutlicher als die ge-

nannten über die Geſchichte ihrer letzten Umbildung ſprechen.

Noch kann ich übrigens nicht unbemerkt laſſen, daſs nordweſtlich von Detmold, gerade da, wo die meiſten Geſchiebe des Werra-Grundes aufgefangen wurden, ſich die Kette des Lippiſchen Waldes im Zuſtande der gröſseſten Zerſtörung befindet, ſelbſt die Grotenburg zeigt ſich an ihrem nordweſtlich frei vorragenden Ende ſteil abgeriſſen und die Sandſteinberge ihrer Fortſetzung ragen kaum merklich aus der mächtigen Maſſe von Schutt und Trümmern hervor; dort ſieht man kahle Sandſchellen, wie an den Küſten des Meeres, ein Spiel der Winde werden, und in groſsen Geröll-Maſſen vermiſchen ſich die Geſchiebe der benachbarten Berge mit den fremden. Man findet ſich nicht ohne Ueberraſchung hier aus einem waldigen fruchtbaren Hügellande an einen kahlen dürftigen Strand verſetzt. War es die Gewalt des Stoſses, mit welcher der Strom von Geſchieben hier abprallte, welche dieſe Zerſtörung erzeugt hat? — Dieſelbe Gewalt könnte es auch geweſen ſeyn, welche den Johannes-Stein bei Lage noch mit vier groſsen Granitblöcken umgab, welche augenſcheinlich einſt ſeiner Maſſe gehörten.

Ich will Sie nicht noch am Schluſſe der Darſtellung dieſer ſo verwickelten bedeutungsreichen Erſcheinungen mit einer ausführlichen Beſchreibung der Reſte von tertiären Gebilden aufhalten, welche denen des Pariſer Beckens ſo ähnlich ſind. Sie liegen zu Wendlinghauſen bei Lemgo, im Dohberge bei Buende, zu Aſtrup und Hellern bei Osnabrück. Ueberall iſt es beſonders der Grobkalk, welcher vorherrſcht

und mit unzähligen Resten von Corallen, Muscheln, Echiniten, Glossopetern u. s. w. erfüllt ist, doch kennt man auch unzweideutige Spuren des plastischen Thones und seiner Braunkohle. Die Muschelgruben von Wendlinghausen hat schon Herr Boué erwähnt, sie liegen hier in der innersten Bucht eines vormaligen Meerbusens. Mächtigkeit und Reichthum an organischen Resten ist besonders in der Bildung des Dohberges merkwürdig, die dortigen Mergel-Brüche entblössen Wände von 40 bis 50 Fuss Höhe und viertelstundenlanger Erstreckung; oft sieht man die Muscheln in kalkreichem, sandigem Thon, welcher reichlich mit dunkellauchgrünen Partikelchen erfüllt ist, in ununterbrochenen Bänken liegen, und häufig glaubt man selbst noch ihre frischen Farben zu erkennen. Bei Astrup und Hellern fand ich lose Gerölle von sandigem Kalkstein umschlossen; oft sitzen auf ihren Geschieben grosse Balani noch in ihrer ursprünglichen Befestigung und viele Steinkerne sind von Pholaden durchbohrt, deren Reste wir noch in ihren Höhlen erkennen. Niemals fand ich unter diesen Geschieben andere, als welche unmittelbar aus der nächsten Umgebung herrühren, Granite und was mit ihnen vorkommt fehlen in den Produkten dieser Periode noch, so sehr ich auch darnach suchte. Bald hoffe ich im Stande zu seyn, Ihnen von der Mehrzahl der oben erwähnten Gebirgsarten eine Sammlung mittheilen zu können, auch wird die vollständige Berechnung meiner vielen Barometer-Beobachtungen in diesem Bezirk, bei welchen ich von den Herren Witting und Brandes zu Höxter und Salz-Uffeln so bereitwillig unterstützt ward, mir vielleicht noch Gelegenheit geben, grössere Klarheit in einzelne Theile dieser vorläufigen Uebersicht zu bringen. Möge sie indess hinreichen um Ihre Aufmerksamkeit auf einen Landstrich zu lenken, welcher, wenn gleich dem Vaterlande der Geognosie so nahe gelegen, dennoch so lange von wissenschaftlichen Forschern unbesucht geblieben ist.

II.

Chemische Untersuchung eines pfirsichblüthrothen Glimmers, des Helvins und des Diploit's;

von

Hrn. Prof. C. G. Gmelin zu Tübingen.

A.

Untersuchung eines pfirsichblüthrothen Glimmers von *Chursdorf bei Penig in Sachsen.*

Durch die Untersuchungen von L. Cordier *) wurde es im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht, dass Glimmer und Lepidolith nur eine einzige mineralogische Gattung ausmachen. Die Auffindung des Lithions in dem Lepidolith bot eine Verschiedenheit beider Steinarten dar, die, wenn sie auch nach den Ansichten der Mineralogen keine specifische Trennung derselben begründen konnte, für den Chemiker dennoch von Interesse seyn, und zu der Erklärung der grossen Verschiedenheit in Hinsicht der Schmelzbarkeit Veranlassung geben musste. Wenn nun aber schon Lepidolith und Glimmer sowohl ihren physischen Verhältnissen als im Ganzen genommen auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach, sehr mit einander übereinstimmen, so wird doch der Beweis einer solchen Identität durch die Auffindung eines wirklichen grossblättrigen Glimmers, der in chemi-

*) Gilbert's Annalen Bd. XI. p. 250.

scher Hinsicht mit dem Lepidolith vollkommen übereinkommt, verstärkt.

Da das Lithionreichste aller bis jetzt bekannt gewordenen Fossilien, der Amblygonit, mit mehreren anderen Fossilien, wie Turmalin, Glimmer, Topas, Albit, Apatit u. s. f. in neuerem Granit vorkommt, so vermuthete ich, daſs sich dieses Alkali nicht ausschlieſsend in dem Amblygonit, sondern auch in andern damit brechenden Fossilien finden werde, wie sich dasselbe auch auf der Insel Utön in dem Petalit, Spodumen, Lepidolith, Turmalin findet, und bat daher meinen verehrten Freund, Herrn Breithaupt, mir Proben von den in der Umgebung des Amblygonits vorkommenden Fossilien mitzutheilen. Der schöne pfirsichblüthrothe Glimmer fiel mir unter diesen sogleich auf, und erinnerte durch seine ausnehmend leichte Schmelzbarkeit an den Lepidolith. Durch die purpurrothe Farbe, welche ich später an der Löthrohrflamme bemerkte, in welcher dieser Glimmer geschmolzen wurde, überzeugte ich mich vollends von der Gegenwart des Lithions in diesem Glimmer und von seiner Identität mit dem Lepidolith.

a. Specifisches Gewicht dieses Glimmers.

Drei sehr reine Stücke wogen in der Luft 5,08 Gramm. Sie wurden mittelst eines befeuchteten Pinsels von der anhängenden Luft befreit, und wogen nun im Wasser von + 9½° R. 3,293 Gr. Diesem nach wäre das specif. Gew. dieses Glimmers = 2,8427 bei + 9½° R. Man lieſs die Stücke im Wasser liegen, und fand so nach 8 Stunden das Gewicht derselben im Wasser = 3,304 Gr. Hieraus erhält man für das specif.

Gewicht 2,8603 bei $+ 9\frac{1}{2}°$ R. Nach 3 Tagen, während welcher Zeit das Mineral fortdauernd im Waſſer gelegen hatte, fand ſich ſein ſpecif. Gew. = 2,8929 bei $+ 10\frac{1}{2}°$ R. Jetzt änderte ſich ſein Gewicht im Waſſer nicht mehr merkbar. — Dieſe beobachteten Abweichungen in der Gröſse des ſpecif. Gewichtes rühren offenbar von Luft her, welche der Glimmer zwiſchen ſeinen Blättchen enthält, und welche allmählig bei langem Liegen im Waſſer durch Waſſer verdrängt wird, wodurch ſein Gewicht ſich vergröſsert.

b. Verhalten vor dem Löthrohre.

Dieſer Glimmer iſt ſo leicht ſchmelzbar, daſs ganz dünne Blättchen, wenn man ſie in die Flamme hält, ohne darauf zu blaſen, zu einem Kügelchen zuſammenſchmelzen. In der angeblaſenen Flamme ſchmelzen auch dicke Blättchen ſogleich, indem ſie ſich aufblähen und die Flamme ſchön purpurroth ſich färbt, zu einer blaſigen farbloſen Perle, welche, ſo wie ſie aus dem Feuer genommen wird, durchſichtig iſt, ſehr bald jedoch opalescirt. Im Kolben giebt er wenig Waſſer, welches befeuchtetes Fernambukpapier gelb färbt, mithin Fluſsſäure enthält; das Glas wird etwas angegriffen. — Borax löſt ihn in groſser Menge zu einer klaren Perle auf, die im Oxydationsfeuer amethyſtfarbig iſt, im Reductionsfeuer ſich entfärbt. — Phosphorſalz löſt ihn mit Hinterlaſſung eines Kieſelſkelets auf, die Perle wird nach völligem Erkalten etwas opalescirend, und dann tritt auch die Mangan-Reaction merkbar hervor, welche durch Salpeter noch viel deutlicher wird. — Von Soda wird er unter Aufbrauſen zu einer klaren Perle gelöſt, welche von Man-

gen eine Amethystfarbe hat. Mit Soda auf Platinblech zeigt sich die grüne Mangan-Reaction sehr schön. — Mit Kobaltsolution befeuchtet wird er beim Schmelzen blau.

c. Analyse.

1) Bestimmung der Basen.

1,402 Gramm wurden mit dem Messer dünn gespalten, hierauf mit der Scheere in kleine viereckige Stücke zerschnitten, und nun mit der 6fachen Menge kohlensauren Baryts gemengt und in einem Platintiegel geglüht. Eine Stunde lang wurde der Tiegel einer mäſsig starken Rothglühhitze ausgesetzt, nachher noch während einer halben Stunde das Feuer bis zum Weiſsglühen verstärkt. Die geglühte Masse erschien halbgeschmolzen, von grüner Farbe; es war in derselben noch zum Theil die Form der Glimmerblättchen erkennbar, welche nun eine satt grüne Farbe hatten.

a) Die Masse wurde in dem Tiegel, so viel es möglich war, durch Wasser aufgeweicht und in ein Glas gespritzt; die letzten Theile, welche sich auf diese Weise nicht losmachen lieſsen, wurden in Salzsäure aufgelöst, welche schnell erwärmt und dann sogleich wieder abgegossen wurde, damit das sich entwickelnde Chlor keine zu bedeutende Einwirkung auf das Platin ausüben möchte. Das Ganze wurde jetzt in Salzsäure aufgelöst, wobei sich eine rothe Auflösung bildete, welche in einer Porzellanschaale zur völligen Trockenheit abgedampft wurde. Beim Zugieſsen von Wasser zu der trockenen Masse schied sich salzsaures Platinoxyd-Kali aus. Man brachte die Kieselerde aufs Filtrum und wusch sie mit kochendem Wasser gehörig

aus, um das salzsaure Platinoxyd-Kali vollkommen aufzulösen; sie wog geglüht 0,7326 Gr. = 52,254 p. C.

b) Nach Entfernung der Kieselerde wurde die Flüssigkeit durch Schwefelsäure gefällt, der schwefelsaure Baryt aufs Filtrum genommen und ausgewaschen; hierauf wurde sie durch kaustisches Ammoniak präcipitirt, der Niederschlag in Salzsäure gelöst, und die salzsaure Auflösung mit einem Ueberschuss von kaustischer Kalilösung gekocht. Aus der von dem Niederschlag durchs Filtrum geschiedenen alkalischen Flüssigkeit wurde die Alaunerde auf die gewöhnliche Weise niedergeschlagen. Sie wög geglüht 0,3974 Gr. = 28,345 p. C. In Schwefelsäure aufgelöst und mit schwefelsaurem Kali versetzt schoss sie gänzlich zu Alaun an.

c) Das, was die kaustische Lauge nicht aufgelöst hatte, verhielt sich wie reines Manganoxyd ohne merkbare Spuren von Eisen, und wog geglüht 0,057 Gr. = 4,065 p. C. Manganoxyd = 3,665 p. C. Manganoxydul.

d) Die Flüssigkeit (in *b*), aus welcher zuerst durch Schwefelsäure der Baryt, nachher durch Ammoniak die Alaunerde und das Manganoxydul präcipitirt worden waren, wurde abgedampft und geglüht. Die geschmolzene Masse wurde mit Hülfe von ein paar Tropfen Salzsäure in Wasser gelöst, und die Auflösung mit Hydrothion-Ammoniak versetzt. Der sehr unbedeutende Niederschlag von Schwefelmangan wurde durch Salzsäure zersetzt, die salzsaure Auflösung durch kohlensaures Kali gefällt, und das erhaltene Manganoxyd schon bei No. *c* in Rechnung genommen. Die von dem Schwefelmangan abfiltrirte Flüssigkeit

wurde abgedampft und der Rückstand geschmolzen; es blieben 0,394 Gr. Salz zurück. Dieses wurde in wenig Wasser gelöst und durch salzsaures Platinoxyd gefällt, wodurch ein bedeutender Niederschlag von salzsaurem Platinoxyd-Kali entstand. Die vom Kali befreite Auflösung wurde nun abgedampft und sehr heftig geglüht, das geschmolzene Salz in Wasser gelöst, um das gebildete metallische Platin zu entfernen, wieder abgedampft, geschmolzen und gewogen. So wurden 0,215 Gr. schwefelsaures Lithion erhalten ≐ 0,067187 Gr. Lithion = 4,792 p. C. Zieht man diese 0,215 Gr. schwefelsaures Lithion von der ganzen Menge des schwefelsauren Salzes (0,394 Gr.) ab, so bleiben für das schwefelsaure Kali 0,179 Gr. = 0,096785 Gr. Kali = 6,903 p. C. — Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass man sich durch die geeigneten Versuche davon überzeugte, dass das als schwefelsaures Lithion angesprochene Salz wirklich nichts anderes war; dass man es namentlich in kohlensaures Salz verwandelte, in welcher Verbindung das Lithion sich durch seine Schwerlöslichkeit, so wie durch das Angreifen von metallischem Platin besonders charakterisirt u. s. f.

Nach den bisherigen Versuchen besteht daher dieser Glimmer aus:

Kieselerde	52,254	(a)
Alaunerde	28,345	(b)
Manganoxydul	3,663	(c)
Kali	6,903	(d)
Lithion	4,792	(d)
	95,957	

2) Bestimmung der Quantität der Flufssäure.

Um die Quantität der Flufssäure zu bestimmen, wurde die von Hrn. Prof. Berzelius bei der Analyse des Topases angewendete Methode befolgt. 2,627 Gr. fein geschnittener Glimmer wurden mit dem dreifachen Gewicht von basisch kohlensaurem Natron geglüht. Es wurden 0,478 Gr. scharf getrockneter flufssaurer Kalk erhalten = 5,069 p. C. Flufssäure. Dieser flufssaure Kalk wurde durch Schwefelsäure zersetzt, die überschüssige Säure gröfstentheils durch Hitze verjagt, die Masse hierauf mit Alkohol digerirt, filtrirt, abgedampft und geglüht. Es blieb aber keine Spur von Phosphorsäure zurück.

Dieser pfirsichblüthrothe Glimmer besteht mithin aus:

Kieselerde	52,254
Alaunerde	28,345
Manganoxydul	3,663
Kali	6,903
Lithion	4,792
Flufssäure	5,069
Spuren von Wasser	
	101,026

3) Besondere Untersuchung auf Titanoxyd.

Herr Peschier in Genf glaubte in mehreren Glimmerarten bedeutende Quantitäten von Titanoxyd gefunden zu haben. Dafs sich aber dieser Chemiker in Hinsicht der Quantität des Titanoxyds sehr geirrt habe, ergiebt sich aus den Versuchen der Herren

H. Rose und Vauquelin auf das Bestimmteste. Da jedoch auch Hr. Vauquelin in allen Glimmerarten, die er untersuchte, Spuren von Titanoxyd fand, so wollte ich auch diesen Glimmer auf Titan prüfen. Ich befolgte dabei ganz genau die von Herrn Vauquelin angegebene Methode *), welche gewiss geeignet ist, die geringsten Spuren dieses Metalls in einem Fossil erkennbar zu machen, konnte jedoch keinen deutlichen Titangehalt wahrnehmen. Die Salzsäure, mit welcher die im Wasserbade ausgeschiedene Kieselerde gekocht wurde, hatte nichts als etwas Chlorsilber (von dem Tiegel herrührend, in welchem das Fossil mit Kali geglüht wurde) aufgenommen, welches beim Verdünnen mit Wasser zu Boden fiel, und als nun Galläpfelaufguss zugesetzt wurde, entstand kein merkbarer Niederschlag. Man sammelte jedoch das etwas gefärbte Chlorsilber und untersuchte es vor dem Löthrohr mit Phosphorsalz. Es wurde ein Silberkorn erhalten, und die Perle färbte sich auch durch Zusatz von Zinn so unmerkbar röthlich, dass die Reaction nicht als entscheidend betrachtet werden konnte. Bei der näheren Prüfung der übrigen Bestandtheile dieses Glimmers fand sich keine Spur von Titanoxyd.

Was den Lithiongehalt betrifft, den Hr. Peschier in einer von ihm untersuchten Glimmerart gefunden haben will, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich dieser Chemiker getäuscht, und Bittererde für Lithion genommen habe, wenigstens beweisen seine Versuche das Vorhandenseyn des Lithions durch-

*) Annales de Chimie et de Physique par MM. Gay-Lussac et Arago. T. XXVII. p. 67.

aus nicht, ſondern deuten vielmehr auf Bittererde hin. Ich habe mehrere andere Glimmerarten mit dem Löthrohr auf Lithion geprüft, und dieſes Alkali nicht gefunden, unter anderem auch nicht in einem roſenrothen Glimmer von Nordamerika, den ich der gütigen Mittheilung meines Freundes, des Hrn. H. Brooke verdanke.

Es erhellt aus dem Vorhergehenden, daſs der pfirſichblüthrothe Glimmer von Chursdorf nichts anderes iſt, als ein groſsblättriger Lepidolith, und es möchte daher ſchicklicher ſeyn, die Glimmer, welche Lithion neben Kali enthalten, durch den Namen „Lithionglimmer“ von den gemeinen Glimmern zu unterſcheiden. Uebrigens ergiebt ſich aus dieſer Unterſuchung, daſs das Kali ein eben ſo weſentlicher Beſtandtheil des Lepidoliths iſt wie das Lithion, und daſs man daher den Lepidolith nicht eben als ein Gemenge von gemeinem (Kali-) Glimmer mit Lithionglimmer zu betrachten habe. Ich habe unter den Glimmerarten, welche in derſelben Gegend vorkommen, und welche ich nebſt mehreren intereſſanten Foſſilien jener Gegend der gütigen Mittheilung des Hrn. Paſtor Dürr in Langenleuba verdanke, einige gefunden, welche mit dem ſogenannten Lepidolith viele Aehnlichkeit haben, indem ſie ſehr kleinblättrig ſind und in gröſseren Maſſen vorkommen; andere wiederum, im Aeuſsern jenen ziemlich ähnlich, enthielten kein Lithion. Höchſt wahrſcheinlich ſind die leichtſchmelzbaren Glimmer in den Dolomiten des St. Gotthards, deren Cordier in ſeiner Abhandlung über den Lepidolith

erwähnt, ebenfalls Lithionglimmer; ich habe nicht Gelegenheit gehabt, diese zu untersuchen.

Bemerkenswerth ist es, daſs das Vorkommen des Lithions in einem Fossil eine gröſsere Menge von Eisen auszuschlieſsen scheint; ich habe dieses bei der Untersuchung von mehreren Turmalin-Species bemerkt, von welchen diejenigen, welche viel Eisen enthielten, nie Lithion enthielten; und auch der schwarze Turmalin, der mit dem Lithionglimmer bei Chursdorf bricht, kann wenigstens keine beträchtliche Menge von Lithion enthalten, da er die Flamme der Oellampe nicht roth färbt. Dagegen scheint das Lithion die Gesellschaft von Mangan zu lieben, wie man dieses an den Lithionhaltigen Turmalinen sowohl als an den Lithionhaltigen Glimmern sieht. Auch enthalten die Lithionglimmer eine gröſsere Menge von Fluſssäure als die gewöhnlichen Glimmer.

Das Lithion scheint in den Gebirgsformationen in der Gegend von Penig ziemlich verbreitet zu seyn. Bei Hartmannsdorf, zwischen Chemnitz und Penig, findet sich ein eigenthümlich conformirter Quarz in zusammengekitteten runden auf dem Bruche concentrisch strahligen Körnern, welcher im Serpentin bricht. Splitter dieses Quarzes färben die Flamme schwach-roth, was bei einem Bergkrystall-Splitter nicht so der Fall ist. Bei der Analyse dieses Quarzes war es jedoch nicht möglich, Lithion mit Bestimmtheit nachzuweisen; ich fand in demselben 99,57 p. C. Kieselerde nebst Spuren von Eisen und Alaunerde, und zweifelhafte Spuren von Lithion. Mit mehr Bestimmtheit giebt sich dieses Alkali in dem Andalusit zu erkennen, der in dem Muldethale zwischen Penig und Rochsburg in

einer in Weisſtein eingelagerten Granitmaſſe gebrochen hat. Auf das Beſtimmteſte aber verräth ſich das Lithion in einer Subſtanz, welche ich in kleinen Partien an dem zuvor erwähnten Quarz anſitzend fand. Dieſe Subſtanz hat eine wachsgelbe Farbe, fühlt ſich fett an, iſt ſehr weich, durchſcheinend, und läſst ſich beinahe wie Fett mit dem Meſſer auf Papier ſtreichen. Sie ſcheint mit dem *Kerolith* des Hrn. Breithaupt identiſch zu ſeyn, auch kommt ſie unter denſelben geognoſtiſchen Verhältniſſen vor. Sie ſchmilzt nicht vor dem Löthrohr, brennt ſich weiſs und ertheilt der Flamme die ſchönſte Purpurfarbe. — Bei einer andern Gelegenheit werde ich die genauere Unterſuchung dieſer Foſſilien mittheilen.

B.

Chemiſche Unterſuchung des *Helvins*.

Dieſes höchſt ſeltene Foſſil iſt ehemals auf einer eigenen Lagerformation im Urgebirge in Begleitung von brauner Blende, Fluſsſpath, Quarz, Schieferſpath, Chlorit u. ſ. w in der Gegend von Schwarzenberg im ſächſiſchen Erzgebirge vorgekommen. Die erſte Nachricht und vorläufige Charakteriſtik deſſelben theilte Hr. Prof. Mohs mit *), und ſtellte es anhangsweiſe zu dem gemeinen Granat, als ein unbeſtimmtes Mineral. Werner machte aus demſelben eine eigene Gattung, die er in ſeinem Syſtem zwiſchen Colophonit und Granat aufſtellte, und gab ihm wegen ſei-

*) Beſchreibung des von der Null'ſchen Mineralienkabinets, 1. Abth. S. 92.

ner ausgezeichneten gelben Farbe den Namen *Helvin* nach dem griechischen ἥλιος, Sonne. Herr Mohs reihte den Helvin in seinem „Grundriſs der Mineralogie" dem Geschlecht des Granats ein, unter der Benennung „tetraëdrischer Granat"; Herr Breithaupt brachte ihn unter sein Sphen-Kiesel-Geschlecht, und Herr Cordier hatte ihn mit dem Crichtonit (einem Titanoxydhaltigen späthigen Magnet-Eisen) vereinigen wollen.

Wir besitzen bereits eine chemische Analyse des Helvins von Hrn. Hofrath Dr. Vogel in München *), welcher zufolge der Helvin bestehen soll aus:

Kieselerde	39,50
Alaunerde	15,65
Kalk	0,50
Eisenoxyd	37,75
Manganoxyd	3,75
	97,15

Das Verhalten des Helvins vor dem Löthrohr deutet, wie schon Hr. Prof. Berzelius bemerkt hat **), bestimmt darauf hin, daſs Mangan einen Hauptbestandtheil dieses Minerals ausmacht, und Eisen in geringer Menge darin enthalten ist; auch scheint die Methode, deren sich Hr. Hofrath Vogel, welchem nur eine sehr geringe Menge dieses Minerals zur Analyse zu Gebot stand, zur Trennung des Eisens und Mangans bediente, nicht hinreichend genau zu seyn.

Ich entsprach daher sehr gern dem Wunsche meines Freundes, des Herrn Breithaupt, der mir eine

*) Journal von Schweigger u. Meinecke Bd. 29. S. 319.

**) Anwendung des Löthrohrs u. s. w. p. 296.

nicht unbeträchtliche Menge dieses seltenen Minerals mitzutheilen die Güte hatte, dasselbe einer neuen Analyse zu unterwerfen.

Specifisches Gewicht des Helvins.

Ich bestimmte dieses mittelst einer äusserst empfindlichen Wage zu 3,166 bei + 6° R.; nach Hrn. Breithaupt fällt dasselbe zwischen 3,1 und 3,3.

Verhalten vor dem Löthrohr.

In Beziehung auf dieses Verhalten verweise ich auf die Untersuchung des Hrn. Prof. Berzelius *), mit welcher ich übereinstimmende Resultate erhalten habe. Das Funkensprühen, dessen Hr. Vogel erwähnt, habe ich ebenfalls sehr deutlich wahrgenommen. Vergebens bemühte ich mich aber, den Schwefelgehalt des Helvins durch Hülfe des Löthrohrs nachzuweisen; es scheint, dass die grosse Menge Manganoxydul, welche der Helvin neben Schwefelmangan enthält, die Reactionen auf Schwefel vernichte. Auf der andern Seite dürfte vielleicht die Langsamkeit, mit welcher die Mangan-Reaction durch Soda auf Platinblech erfolgt, diesem Schwefelgehalt zugeschrieben werden.

Analyse

1.

Vertrauend auf die Angabe **), dass Säuren ohne Wirkung auf den Helvin seyn sollen, und da in der Abhandlung des Herrn Hofrath Vogel eines Schwe-

*) Anwendung des Löthrohrs p. 295.

**) v. Leonhard's Handb. der Oryktognosie p. 431.

felgehaltes nicht erwähnt ist, beschloss ich, den fein geschlämmten Helvin *) durch Glühen mit kohlensaurem Baryt zu zerlegen, um so einen möglicherweise vorhandenen alkalischen Bestandtheil aufzufinden.

3,712 Gramm geschlämmter Helvin wurden mit dem 5fachen Gewichte von kohlensaurem Baryt gemengt und in einem Platintiegel geglüht. Es wurde eine hart zusammengebackene schwarzblaue Masse erhalten, welche an einigen Stellen geschmolzen erschien. Beim Uebergiessen dieser durch Wasser aufgeweichten Masse mit Salzsäure, entwickelte sich Schwefelwasserstoffgas in solcher Menge, dass man das Gefäss, in welchem die Auflösung enthalten war, aus dem Zimmer entfernen musste; zugleich präcipitirte sich Schwefelmilch und dem Ansehen nach schwefelsaurer Baryt neben der in der Säure nicht aufgelösten Kieselerde. Man dampfte nun die Auflösung im Wasserbade zur völligen Trockenheit ab, behandelte den Rückstand mit Salzsäure-haltigem Wasser, wusch die unaufgelöste Substanz auf dem Filtrum mit kochendem Wasser gehörig aus und glühte sie; hierauf kochte man dieselbe mit einer Auflösung von reinem basisch kohlensauren Kali, welches durch Glühen von krystallinischem kohlensauren Kali erhalten worden war, und filtrirte die Flüssigkeit kochend. Es blieb auf dem Filtrum ein weisses lockeres Pulver zurück, und beim Erkalten der Flüssigkeit, welche vollkommen klar

*) Es verdient bemerkt zu werden, dass beim Schlämmen des Helvins mit Wasser dieses vollkommen klar durchs Filtrum hindurchgeht, was bei anderen Mineralien in der Regel nie der Fall ist.

durchs Filtrum gegangen war, bildete sich in derselben eine grosse Menge eines gelatinösen halbdurchsichtigen Niederschlags von Kieselerde, der bei neuem Erwärmen der Flüssigkeit sich vollkommen wieder auflöste, und beim Erkalten sich wieder bildete *). Das auf dem Filtrum zurückgebliebene Pulver war kohlensaurer Baryt mit Spuren von unzersetztem schwefelsauren Baryt. — Die von dem schwefelsauren Baryt und der Kieselerde durchs Filtrum geschiedene Flüssigkeit wurde durch kohlensaures Ammoniak präcipitirt, von dem entstandenen Niederschlag abfiltrirt, abgedampft und geglüht. Es blieb eine in Wasser unauflösliche Substanz zurück, welche brennendem Alkohol keine besondere Farbe ertheilte, und welche, da man von der Abwesenheit einer alkalischen Substanz sich überzeugt hatte, nicht weiter untersucht wurde **).

2.

Da der unter No. 1. eingeschlagene Weg zu keinem günstigen Resultat geführt hatte, so untersuchte ich vor allem, ob der Helvin durch Säuren nicht aufgeschlossen werden könne, und fand dann wirklich, dass er von Salzsäure bei mässiger Digestion unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird, und

*) Hr. Prof. C. H. Pfaff hat zuerst die Erfahrung gemacht, dass Kieselerde in reinem basisch kohlensauren Kali oder Natron in der Wärme vollkommen und sehr reichlich sich auflöst (Schweigger's Journal B. XXIX. S. 383).

**) Aus der späteren Untersuchung ergiebt sich, dass diese Substanz Beryllerde war, welche sich in dem im Ueberschuss zugesetzten kohlensauren Ammoniak aufgelöst hatte.

dafs diese Säure beim Erwärmen sogar eine Gallerte mit ihm bildet.

a) Es wurden daher 1,927 Gramm geschlämmter und getrockneter Helvin in einer Porzellanschaale mit rauchender, Schwefelsäure freier, Salpetersäure übergossen, und dann noch eine gewisse Menge rauchender Salzsäure zugesetzt. Beim Erwärmen der Masse bildete sich eine Gallerte; man erhitzte die Flüssigkeit bis zum Sieden, und dampfte sie zuletzt bei mäfsiger Wärme zur vollkommenen Trockenheit ab. Die Kieselerde schied sich ganz weiſs aus, und wog geglüht 0,64088 Gramme = 33,258 p. C.

b) Nach Entfernung der Kieselerde wurde die durch die Einwirkung der Salpeter-Salzsäure gebildete Schwefelsäure durch salpetersauren Baryt ausgefällt. Der entstandene schwefelsaure Baryt wog geglüht 0,7063 Gr. = 0,242755 Gr. Schwefelsäure = 0,0974418 Gr. Schwefel = 5,057 p. C. Schwefel.

c) Der in Ueberschuſs zugesetzte Baryt wurde nun durch Schwefelsäure präcipitirt, und die von dem schwefelsauren Baryt durchs Filtrum geschiedene Flüssigkeit in einer Porzellanschaale abgedampft. Sie wurde anfangs roth, dann grün, wobei sich salpetrigsaure Dämpfe entwickelten. Als sie fast bis zur Trokkenheit abgedampft war und Wasser zugesetzt wurde, schied sich ein weiſses Pulver aus, welches durch eine gröſsere Menge zugesetzter Schwefelsäure vollkommen aufgelöst wurde. Die schwefelsaure Flüssigkeit wurde jetzt durch Ammoniak zersetzt und der Niederschlag auf ein Filtrum genommen. Die durch das Filtrum vollkommen klar hindurchgegangene Flüssigkeit trübte sich allmählig und färbte sich bräunlich; man brachte

ſie durch Abdampfen in die Enge, wobei zugleich das überſchüſſige Ammoniak verjagt wurde, und nahm das ausgeſchiedene Manganoxyd auf ein Filtrum. Es wog geglüht 0,0604 Gramme = 2,824 p. C. In der filtrirten Flüſſigkeit brachte oxalſaures Ammoniak keinen Niederſchlag hervor, ein Beweis der Abweſenheit von Kalk. Zugeſetztes Hydrothion-Ammoniak ſchlug Schwefelmangan nieder, welches in Salzſäure gelöſt und zu der weiter unten erhaltenen Manganauflöſung gegoſſen wurde. Jetzt wurde die Flüſſigkeit abgedampft und geglüht; es blieb aber in dem Tiegel nur ein unbedeutender Anflug von Manganoxyd zurück, der in Vitriolöl mit rother Farbe, in Salzſäure unter Chlorentwicklung ſich auflöſte, und deſſen Auflöſung ebenfalls zu der weiter unten erhaltenen Manganauflöſung gegoſſen wurde.

d) Es iſt nun noch der Niederſchlag zu unterſuchen übrig, den kauſtiſches Ammoniak in der ſchwefelſauren Flüſſigkeit (*c*) hervorbrachte. Er wurde in Salzſäure gelöſt, die Auflöſung abgedampft, um die freie Säure zu verjagen, und der Rückſtand mit einer Löſung von kauſtiſchem Kali gekocht. Die alkaliſche Lauge wurde von dem braunen Niederſchlag durchs Filtrum geſchieden. Dieſer braune Niederſchlag löſte ſich in Salzſäure unter Chlorentwicklung auf; aus der Auflöſung wurde das Eiſen durch bernſteinſaures Ammoniak präcipitirt. Es wurden 0,119 Gr. geglühtes Eiſenoxyd erhalten = 5,564 p. C. Eiſenoxydul.

e) Die Flüſſigkeit, aus welcher das Eiſen entfernt worden war, wurde nebſt der (in *c*) durch Zerſetzung des Schwefelmangans erhaltenen durch kohlenſaures Kali kochend gefällt. Es entſtand ein Niederſchlag

von kohlensaurem Manganoxydul, der geglüht 0,865 Gr. Manganoxydul = 0,77945 Gr. Manganoxydul = 40,449 p. C. Manganoxydul. — Wenn, was sehr wahrscheinlich ist, der in dem Helvin aufgefundene Schwefel mit dem Mangan zu Schwefelmangan verbunden in demselben enthalten ist (da auf jeden Fall der Eisengehalt des Helvins zu gering ist, um den Schwefel zu sättigen), so müssen von den gefundenen 0,77945 Gr. Manganoxydul 0,22076 Gr. (entsprechend 0,17233 Gramm metallischen Mangans, welche die 0,0974418 Gr. Schwefel sättigen) abgezogen werden. Es bleiben dann 0,55869 Gr. Manganoxydul übrig = 28,993 p. C., und der Gehalt des Helvins an Manganoxydul wird, wenn man die unter (*c*) gefundene Menge dazu rechnet, zu 31,817 p. C. bestimmt. Zugleich erhält man für den Schwefelmangangehalt 0,26977 Gr. = 14,000 p. C. Schwefelmangan.

f) Die alkalische Lauge, welche von dem braunen Niederschlag geschieden worden war (*d*), wurde mit Salzsäure übersättigt, und die Flüssigkeit dann durch einen kleinen Ueberschuss von kohlensaurem Ammoniak gefällt. Es fiel eine weisse Erde nieder, welche geglüht 0,1958 Gr. = 10,161 p. C. wog. Die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit liess nach einiger Zeit von selbst einen weissen flockigen Niederschlag fallen; man dampfte sie daher nebst dem Abwaschwasser ab, und nahm den Niederschlag auf ein Filtrum. Er wog geglüht 0,036 Gr. = 1,868 p. C. Da sich später ergeben hat, dass sowohl dieser Niederschlag als die erwähnte Erde eine und dieselbe Substanz waren, so kommen für die erhaltene Erde im Ganzen 12,029 p. C. in Rechnung.

g) 1,039 Gramme Helvin hinterliessen nach dem Glühen 1,027 Gr.; mithin verlieren 100 Th. durchs Glühen 1,155 Th.

Ueber die *Natur* jener Erde entscheiden folgende Versuche:

Vor dem Löthrohr verändert sie sich nicht, auch wird sie beim Erhitzen nicht gelb. — Von Borax und Phosphorsalz wird sie in groser Menge aufgelöst und bildet ein klares Glas, das durch Flattern milchweiss wird; von einem noch grösseren Zusatz dieser Flüsse wird das Glas während der Abkühlung von selbst milchweiss. — Von Soda wird sie nicht angegriffen, es bildet sich kein weisser Anflug um die Probe herum. — Mit salpetersaurem Kobaltoxyd erhitzt wird eine schwarzgraue Masse erhalten. Ihre Auflösung in Säuren wird durch kohlensaures Ammoniak gefällt; der Niederschlag löst sich in einem Ueberschuss des Fällungsmittels fast vollkommen wieder auf, mit Zurücklassung von weniger nicht ganz reiner Alaunerde, welche mit Schwefelsäure und Kali Alaun bildet; beim Kochen der ammoniakalischen Flüssigkeit scheidet sich diese Erde als ein *leichtes, lockeres* Pulver wieder aus, welches auf einem Filtrum mit kochendem Wasser vollkommen ausgewaschen, in Säuren unter *Aufbrausen* sich auflöst und mit Schwefelsäure und Kali keinen Alaun bildet. Auch in einer Lösung von basisch kohlensaurem Kali löst sich die Erde auf, wenn man sie aus ihren Auflösungen durch einen Ueberschuss dieses Salzes fällt und die Flüssigkeit erhitzt. Wird diese Erde aus ihren Auflösungen in Säuren durch kaustisches Ammoniak präcipitirt und dieses letztere in *sehr grossem Ueberschuss* zugesetzt, so löst

ſich eine kaum merkbare Menge derſelben auf, welche beim Verjagen des Ammoniaks in der Siedehitze wieder niederfällt. Mit einem Ueberſchuſs von Salzſäure bildet dieſe Erde beim Abdampfen eine undeutlich kryſtalliniſche Maſſe, welche an der Luft zerflieſst, und durch Glühen in ſalzſaures Gas und in Erde, welche zurückbleibt, zerſetzt wird. Der Geſchmack dieſer ſalzſauren Erde iſt in hohem Grade ſüſs und zugleich zuſammenziehend, nicht metalliſch. Mit Schwefelſäure verbunden kryſtalliſirt ſie beim langſamen Abdampfen, wenn man die Säure nur in der zur Auflöſung der Erde nöthigen Menge zugeſetzt hat. Das ſchwefelſaure Salz hat einen herben Geſchmack und wird durch mäſsiges Glühen zerſetzt; der Rückſtand löſt ſich dann in Waſſer nur einem ſehr geringen Theil nach auf, bei weitem der gröſste Theil bleibt in der Form einer ſchleimigen Subſtanz ungelöſt. In Eſſigſäure löſt ſich die Erde auf, die Auflöſung kryſtalliſirt beim Abdampfen nicht; bei einem ganz langſamen Abdampfen bleibt eine gummiartige durchſichtige Maſſe zurück, die keine Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, Riſſe bekommt, und ſich in Waſſer von neuem löſt. Bei einem ſchnelleren Abdampfen der Auflöſung wird der Rückſtand zum Theil milchweiſs. Schwefelwaſſerſtoffgas bringt in den Auflöſungen dieſer Erde keinen Niederſchlag hervor.

Kauſtiſches Kali löſt übrigens dieſe Erde auf, wie ſich ſchon aus der Darſtellung derſelben ergiebt.

Dieſe Erde iſt mithin *Beryllerde*, welcher eine ſehr geringe Menge von Alaunerde beigemengt iſt; und der Helvin beſteht der vorhergehenden Analyſe zufolge aus:

				Sauerstoffgehalt.
Kieselerde . . .	33,258	(a)	.	16,73
Beryllerde mit etwas Alaunerde	12,029	(f)	.	3,75
Manganoxydul . . .	31,817	(e)	.	6,98
Eisenoxydul . . .	5,564	(d)	.	1,27
Schwefelmangan . .	14,000	(e)		
Verlust durch Glühen .	1,155	(g)		
	97,823			

Untersuchung des Helvins auf Flufssäure mit Berücksichtigung der andern Bestandtheile desselben.

a) 1,605 Gramm fein geriebener und getrockneter Helvin wurden mit dem dreifachen Gewichte von kohlensaurem Natron gemengt und geglüht. Es wurde eine schwarze zusammengeschmolzene Masse erhalten, welche am Rande einen röthlichgelben Anflug zeigte. Wasser, mit welchem diese Masse digerirt wurde, färbte sich nicht, auch nahm dasselbe keinen Geruch an; es bildete sich eine völlig farblose Flüssigkeit, und es blieb ein schwarzes Pulver zurück, welches auf einem Filtrum mit kochendem Wasser ausgelaugt wurde. Die durchs Filtrum gegangene Flüssigkeit wurde in der Wärme durch kohlensaures Ammoniak etwas getrübt; man brachte diesen Niederschlag auf dasselbe Filtrum. Als hierauf die Flüssigkeit mit Salzsäure übersättigt, und nach Verdampfung der Kohlensäure bei sehr gelinder Wärme in einem verschlossenen Gefäfs mit kaustischem Ammoniak und salzsaurem Kalk versetzt wurde, so entstand kein bemerkbarer Niederschlag; ein Beweis der Abwesenheit der Flufssäure.

b) Das schwarze Pulver wurde in Salzsäure gelöst. Es entwickelte sich anfangs ein merkbarer Geruch

nach Schwefelwasserstoff, der sehr bald einem starken Geruch nach Chlor Platz machte, zugleich bildete sich auf der Flüssigkeit eine Schwefelhaut. Die salzsaure Auflösung wurde zur Trockenheit abgedampft und die Kieselerde ausgeschieden, welche geglüht 0,5661 Gr. wog = 35,271 p. C.

c) Nach Entfernung der Kieselerde wurde die Flüssigkeit mit einem Ueberschuss einer Lösung von kaustischem Kali gekocht, die von dem braunen Niederschlag geschiedene alkalische Flüssigkeit mit Salzsäure übersättigt und durch kaustisches Ammoniak präcipitirt. Die Beryllerde wog geglüht 0,1482 Gr. = 9,234 p. C. Man löste sie in Salzsäure auf und digerirte die Auflösung mit einem Ueberschuss von kohlensaurem Ammoniak. Es blieb eine weisse Erde ungelöst, die sich auch in einer viel grösseren Menge von kohlensaurem Ammoniak nicht auflöste, und welche geglüht 0,0232 Gr. wog = 1,445 p. C. In Schwefelsäure aufgelöst und mit schwefelsaurem Kali versetzt bildete diese Erde zwei kleine Krystalle von Alaun. Dessenungeachtet verhielt sie sich nicht wie reine Alaunerde; sie gab nämlich, mit salpetersaurem Kobaltoxyd vor dem Löthrohr behandelt, nicht die schöne blaue Farbe, welche die Alaunerde charakterisirt, sondern wurde vielmehr bläulich schwarz, und diese Farbe liess sich kaum von der unterscheiden, welche reine Beryllerde mit diesem Metallsalz giebt. Es scheint daher eine gewisse Menge von Beryllerde chemisch mit der Alaunerde verbunden von dieser letzteren zurückgehalten zu werden, wodurch die Reaction mit Kobalt fast ganz vernichtet wird. Die Erde, welche sich in dem kohlensauren Ammoniak aufgelöst hatte,

verhielt ſich wie reine Beryllerde; in Schwefelſäure gelöſt und mit ſchwefelſaurem Kali verſetzt bildete ſich keine Spur von Alaun. Da nun andererſeits die Alaunerde in einem groſsen Ueberſchuſs von kohlenſaurem Ammoniak etwas auflöslich iſt, ſo ſcheint in dem gegenwärtigen Fall die Alaunerde durch ihre chemiſche Verbindung mit Beryllerde ihre Auflöslichkeit in kohlenſaurem Ammoniak ebenfalls verloren zu haben, wie ſie durch ihre Verbindung mit Bittererde ihre Auflöslichkeit in kauſtiſchem Kali wenigſtens zum Theil verliert.

d) Der braune Niederſchlag (in *c*) wurde in Salzſäure gelöſt, wobei Chlor ſich entwickelte. Aus dieſer Auflöſung wurde das Eiſen durch bernſteinſaures Ammoniak gefällt, und 0,1425 Gr. Eiſenoxyd erhalten. = 0,12825 Gr. Eiſenoxydul = 7,990 p.C.

e) Nach Entfernung des Eiſens wurde die Flüſſigkeit mit einem Ueberſchuſs von baſiſch kohlenſaurem Kali gefällt. Es wurden 0,7267 Gr. Manganoxyd erhalten = 0,65484 Gr. Manganoxydul = 40,800 p.C. Dieſes Manganoxyd wurde in Salzſäure aufgelöſt, und die durch Abdampfen neutralgemachte Auflöſung durch Hydrothion-Ammoniak präcipitirt. Die von dem gebildeten Schwefelmangan abfiltrirte Flüſſigkeit wurde, nachdem der Ueberſchuſs des Hydrothion-Ammoniaks entfernt worden war, mit einer Auflöſung von baſiſch kohlenſaurem Kali gekocht; es entſtand jedoch kein Niederſchlag.

f) Als das kohlenſaure Alkali der Flüſſigkeit (in *e*) mit Salzſäure überſättigt, die Kohlenſäure durch Erhitzen verjagt, und nur kauſtiſches Ammoniak zuge-

ſetzt wurde, entſtand ein ſehr unbedeutender Niederſchlag, der auf einem Filtrum geſammelt und geglüht 0,0038 Gr. wog = 0,237 p. C. und ſich gegen ſalpeterſaures Kobaltoxyd wie Beryllerde verhielt.

g) Der erſten Analyſe zufolge enthalten 100 Th. Helvin 14 Th. Schwefelmangan, welche mithin von den gefundenen 40,8 p. C. abgezogen werden müſſen, und man erhält dann als Beſtandtheile des Helvins:

			Sauerſtoffgehalt
Kieſelerde . . .	35,271	(*b*) . .	17,75
Beryllerde . . .	8,026	(*c* u. *f*) .	2,50
Alaunerde (Beryllerde haltig)	1,445	(*c*) . .	0,67
Manganoxydul . . .	29,344	(*e* u. *g*) .	6,43
Eiſenoxydul . . .	7,990	(*d*) . .	1,82
Schwefelmangan . .	14,000		
Verluſt durch Glühen .	1,155		
	97,231		

Der nicht ganz unbeträchtliche Verluſt bei beiden Analyſen läſst ſich theils durch die geringe Menge der in Unterſuchung genommenen Subſtanz, theils durch die Schwierigkeit rechtfertigen, die Quantität des Manganoxyduls mit gehöriger Schärfe zu beſtimmen. Es iſt zwar ſehr wahrſcheinlich, daſs das Mangan in dieſem Foſſil als Oxydul ſich befindet, ſchon aus dem Grunde, weil ſonſt keine ſo bedeutende Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoffgas Statt finden würde, wenn das Foſſil mit Salzſäure behandelt wird; aber das durch Glühen des kohlenſauren Manganoxyduls erhaltene Manganoxyd wurde als ſchwarzes Manganoxyd in Rechnung genommen, was vielleicht nicht vollkommen richtig iſt, indem ſich unter dieſen Umſtänden eine gewiſſe Menge rothes Oxyd bilden konnte, in

welchem Fall der Mangangehalt etwas zu niedrig angegeben seyn würde.

Die grosse Menge Manganoxydul, welche der Helvin enthält, erklärt übrigens genügend, warum dar Schwefelgehalt dieses Fossils dem Herrn Hofrath Vogel entgangen ist. Beim Glühen mit Kali wird nämlich das Manganoxydul superoxydirt, und wenn dann die geglühte Masse in Salzsäure gelöst wird, so wird der sich entwickelnde Schwefelwasserstoff sogleich durch das zu gleicher Zeit sich entwickelnde Chlor zersetzt. Die Resultate dieser Analysen des Helvins sind von der Art, dass man denselben künftig schwerlich mehr neben den Granat wird stellen können.

Uebrigens scheint es nicht wohl möglich zu seyn, die chemische Constitution dieses Fossils näher zu bestimmen, da kaum eine seiner Zusammensetzung analoge Verbindung in dem Mineralreich bis jetzt aufgefunden worden ist. Vielleicht dürfte der Helvin betrachtet werden als eine Verbindung von Doppelsilicaten des Manganoxyduls und der Beryllerde mit einem Oxysulphuretum des Mangans; die Resultate, namentlich die der zweiten Analyse, sind dieser Ansicht nicht ungünstig. Ich kann übrigens diese Ansicht um so mehr blos vermuthungsweise aufstellen, als mir die Seltenheit dieses Fossils bis jetzt nicht gestattet hat, dasselbe so ausführlich zu untersuchen, wie ich gewünscht hätte.

C.

Chemische Untersuchung des *Diploit's* *) (Breithaupt).

Dieses Mineral erhielt Herr Breithaupt von Herrn Doctor Thalacker in Herrenhut. Es findet sich auf der Insel Amitok an der Küste von Labrador, und bildet dort mit Kalkspath, Glimmer, Feldspath u. s. f. ein ungleichförmiges Gemenge, das sehr wahrscheinlich dem Urgebirge angehört.

Charakteristik nach Hrn. Breithaupt.

Glasglanz mit Neignng zum Perlmutterglanz auf der vollkommensten Spaltungsfläche.

Farbe, rosen- und pfirsichblüthroth.

Rhombisch. Derb, grob eingesprengt. Spaltbar in zwei Richtungen, die eine deutlich, die andere, minder deutliche, gegen die erste unter einem Winkel von ungefähr 95° geneigt.

*) Dieses Fossil ist ohne Zweifel dasselbe, welches Hr. Brooke (Annals of Philosophy 1823. Maiheft p. 383) *Latrobit* genannt hat. Da der Latrobit der Angabe des Hrn. Brooke zufolge nach 3 Richtungen spaltbar ist, so dürfte der Name Diploit, welcher sich auf die zweierlei Spaltungsrichtungen bezieht, nicht ganz passend seyn. Nach Hrn. Brooke hat dieses Fossil drei Spaltungsrichtungen parallel den Seiten- und Endflächen eines doppelt-schiefen Prismas. Die der Endfläche parallele Spaltungsrichtung ist sehr undeutlich, so dass die Winkel, welche diese Fläche mit den Seitenflächen bildet, nicht mit Schärfe sich bestimmen lassen. Sie sind ungefähr 98° 30′ und 91°. Die den Seitenflächen parallelen Spaltungsrichtungen bilden mit einander einen Winkel von 93° 30′.

Härte 6,5 bis 7.

Specif. Gew. 2,72 (nach Hrn. Brooke 2,8).

Verhalten vor dem Löthrohr.

Vor dem Löthrohr verliert der Diploit feine Farbe, wird fchneeweifs, bläht fich ftark auf, und fintert am Rande zu einer wenig durchfcheinenden blafigen Maffe zufammen. — Mit Phosphorfalz fchmilzt er zu einer klaren Perle, die etwas Kiefelfkelet enthält. — Mit Borax zu einem farblofen Glas. — Mit Soda fchmilzt er zu einer weifsen, blafigen, durchfcheinenden Perle, die durch mehr Soda noch fchwerfchmelzbarer wird. Auf Platinblech zeigt fich die Mangan-Reaction.

Ich begnüge mich, die Refultate zweier mit dem Diploit vorgenommenen Analyfen anzugeben.

	1. Die Analyfe mit kohlenfaurem Baryt gab:	2. die mit kohlenfaurem Kali:
Kiefelerde	44,653	41,780
Alaunerde	36,814	32,827
Kalk	8,281	9,787
Manganoxyd	3,160	5,767 (mit etwas Bittererde)
Bittererde (Manganhaltig)	0,628	
Kali	6,575	6,575 (nach N.1)
Waffer	2,041	2,041
	102,162	98,777

Zu der Analyfe mit Baryt wurden 1,776 Gramm, und zu der mit Kali nur 0,815 Gr. verwendet. Es wurde noch überdiefs eine befondere Unterfuchung auf Flufsfäure angeftellt, deren Refultat war, dafs der

Diploit keine Flusssäure enthält. Da jedoch zu dieser Untersuchung nur 0,2 Gr. verwendet werden konnten, so ist dieses negative Resultat als unsicher zu betrachten.

Man könnte vielleicht für den Diploit die mineralogische Formel $\left.\begin{matrix}K\\C\end{matrix}\right\}S + 5AS$ oder $KS + 2CS + 15AS$ aufstellen. — Uebrigens wird durch diese Analyse die Meinung des Herrn Breithaupt, dass der Diploit dem Feldspath und dem Skapolith nahe stehe, auch von der chemischen Seite her, bestätigt.

III.

Ueber die Wirkung des Palladiums auf die Weingeist-Flamme;

von

F. Wöhler.

Wenn man Palladium bis zu einem gewissen Grade an der Luft erhitzt, so läuft es bekanntlich, ähnlich dem Stahle, mit blauer Farbe an. Bei Wiederholung dieses Versuches mit einer Spirituslampe bemerkte ich, dass das Blättchen gewalztes Palladium, welches ich hierzu gebrauchte, sich zugleich kohlschwarz, wie mit Russ, überzog. Die schwarze Substanz, die sich hier bildete, liess sich abwischen, färbte schwarz ab, und verschwand, unter Verglimmen, wenn das Metall über der äusseren Flamme glühend gemacht wurde. Es war leicht zu finden, dass diess Kohle war, aber die Erscheinung war auffallend, da es bekannt ist, dass der Weingeist bei seiner Verbrennung keinen Russ erzeugt, und da sich auf Gold, Silber, Platin, Kupfer u. a. nicht die mindeste Spur von Russ absetzte, als diese Metalle unter gleichen Umständen der Spiritusflamme ausgesetzt wurden. Bei näherer Untersuchung zeigte es sich, dass sich in der äusseren Flamme wenig oder keine Kohle auf das Palladium absetzte, dass diess nur in der innern geschieht, wo das

Metall eine kaum zum Rothglühen reichende Temperatur erlangt, und dafs die Stärke und Reinheit des Weingeiftes keinen Einflufs auf die Erfcheinung hat. Das Palladium überzieht fich in fehr kurzer Zeit mit einer ziemlich dicken Lage von Kohle, die fich bei der Herausnahme aus der Flamme gewöhnlich entzündet, und dem Metalle den Anfchein giebt, als ob es von Neuem zu glühen anfange. Nimmt man diefe Kohle mit der Vorficht ab, dafs nichts vom Metalle felbft mitgenommen wird, und verbrennt fie dann auf einem Platinbleche, fo hinterläfst fie jedesmal ein lockeres graues Pulver, was metallifches Palladium ift.

Das fchwammige Palladium zeigt diefe Kohlen-Reduction in der Spiritusflamme auf eine recht auffallende Art. Wenn man ein Stückchen deffelben in die innere Flamme hält, wo es kaum fichtbar glüht, und dann fchnell herauszieht, fo fängt es an der Luft ftark zu glühen an, was oft 2 bis 3 Minuten lang dauert, fo lange nämlich, bis alle die, in feine Zwifchenräume abgefetzte Kohle verbrannt ift. Legt man ein folches Stückchen Palladium-Schwamm, während es noch glüht, auf den Docht der eben ausgelöfchten Spirituslampe, fo glüht es unter Erzeugung der fogenannten Aetherfäure, fo lange fort, als noch Spiritus vorhanden ift, aber es fchwillt dabei nach und nach um das Vielfache feines Volums auf, indem fich blumenkohlartige Verzweigungen von abgefetzter Kohle darauf bilden, die in dem Grade zunehmen, dafs fie den ganzen Docht überziehen und einhüllen. Nimmt man diefe efflorescirte Maffe ab, und verbrennt fie, fo bleibt ein Skelett von metallifchem Palladium zurück, welches die Form der Maffe hat, obgleich das Volum

des dazu gebrauchten Palladium-Schwammes vielleicht kaum $\frac{1}{10}$ davon betrug.

Der Verſuch wurde noch dahin abgeändert, daſs ein Streifen von Palladium, von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 2 Linien Breite in den Docht der Spirituslampe geſteckt, die Lampe dann angezündet, und, wenn das Metall glühte, wieder ausgeblaſen wurde. Es fuhr dann, wie Platin unter dieſen Umſtänden, zu glühen fort, unter Bildung vieler ſogenannter Aetherſäure, und beſchlug ſich bald mit einem dicken Ueberzuge von Kohle. Dieſe ſchien ſich gleichſam an zwei Punkten zu concentriren, und bildete da zwei dicke Schwämme, gleich wie man dieſs oft an langen Dochten von Talglichtern bemerkt. Dieſe Schwämme glühten, unter ſteter Vergröſserung, jetzt nur allein, und das Metall nicht mehr, aber die Aetherſäure-Erzeugung war noch gleich ſtark *). Nimmt man dann die abgeſetzte Kohle ab, und verbrennt ſie, ſo hinterläſst ſie ebenfalls ein feines Skelett von Palladium. Das Palladium-Blättchen ſelbſt verliert dabei gänzlich ſeine Politur, ſeine Oberfläche wird wie angegriffen, und grau, und es hat nun in dem Grade ſeine Geſchmeidigkeit verloren, daſs es ſich im mindeſten nicht mehr biegen läſst, ſondern, wie das ſprödeſte Metall, rein abbricht. Es geht daraus deutlich

*) Ich habe ſchon früher einmal bemerkt, daſs dieſe Eſſigſäure ſich eben ſo leicht durch glühende Kohle, als durch Platin erzeugt, was man leicht bemerken kann, wenn man einige Tropfen Alkohol auf glühende Kohlen fallen läſst, wo ſich ſogleich ſehr ſtark der eigenthümliche, ſtechende Geruch verbreitet.

hervor, daſs ſich hierbei das Palladium mit Kohlenſtoff verbindet, auf ähnliche Art, wie es bei dem Stahle der Fall iſt, und daſs die Erſcheinung, daſs das Palladium Kohle aus der Spiritusflamme, aus welchem ihrer gasförmigen Beſtandtheile es auch ſeyn mag, reducirt, aus einer groſsen Affinität dieſes Metalles zum Kohlenſtoffe, alſo aus der Bildung eines Kohlenſtoff-Palladiums, erklärbar ſeyn müſſe. Wenn dieſe Erklärung richtig iſt, ſo muſste Eiſen, deſſen Affinität zum Kohlenſtoff bekannt iſt, dieſelbe Wirkung auf die Spiritusflamme haben, wie das Palladium. Dieſs iſt auch, wiewohl in einem geringerem Grade, wirklich der Fall, und man kann ſich leicht davon überzeugen, wenn man einen blanken Eiſendrath, oder ein Stück Uhrfeder in die innere Spiritusflamme hält.

IV.

Schreiben des Herrn Johann von Charpentier, Bergwerksdirector im Canton de Vaud, an Leopold von Buch:

über die

Salz-Lagerstätte von Bex.

Devens bei Bex 2 März 1825.

— — Vor einiger Zeit, nämlich im December, habe ich in unserer Grube eine für unser Salzwerk höchst wichtige Entdeckung gemacht, die, des Vorhandenseyns einer ungeheuren Masse sehr stark gesalzenen Anhydrits. Im Jahr 1822 durchfuhren wir diese Masse in schräger Richtung auf eine Länge von 96 Fuſs mittelst unseres tiefen Hauptstollens, die *Galerie de Bouillet.* Damals aber hielt ich dieselbe nur für einen isolirten Keil, wie wir deren, und von geringerer Ausdehnung mehrere, in unserer Grube haben. Nach Beendigung dieses Hauptstollens im October 1823 lieſs ich 1645 Cubikfuſs von diesem Anhydrit ausarbeiten, und erhielt davon 477 Centner 40 Pfund Salz; im Mai 1824 lieſs ich wieder 1922 Cubikfuſs ausarbeiten, welche 481 Centner 35 Pfund Salz lieferten; und im August 1824 abermals 2000 Cubikfuſs, von denen ich 661 Centner 16 Pfund Salz erhielt, mithin hat der Cubikfuſs Anhydrit ein-

mal, 29 Pfund, einmal 28 Pfund und das drittemal 34 Pfund Salz geliefert.

Einige Zeit nach unserer Zurückkunft aus *Piemont* untersuchte ich die Grube von *Fondement* in der Absicht, irgendwo eine ähnliche Salzmasse aufzufinden, und fand auch wirklich eine solche 33 Fuss mächtig, welche vermittelst der Strecke *Bon-Espoir* einige Zeit bevor ich die hiesige Stelle antrat, rechtwinklich durchfahren war. Auch hier liess ich sogleich 3000 Cubikfuss ausarbeiten, welche 31 Pfund Salz vom Cubikfuss lieferten. Der Umstand, dass die Salzmasse von *Bon-Espoir* sowohl in Ansehung des Salzgehaltes, und in der übrigen oryctognostischen Beschaffenheit der von Bouillet vollkommen gleicht, als auch hauptsächlich der, dass beide vollkommen auf derselben Streichungslinie parallel mit der Gebirgsschichtung liegen, liess mich hoffen und vermuthen, dass beide Massen nur Theile einer einzigen, sich von Bouillet bis Bon-Espoir auf einer Länge von 2800 Fuss und auf einer Höhe von 600 Fuss erstreckenden Schicht seyen.

Wenn diese Vermuthung gegründet wäre, so müsste diese salzhaltige Anhydritschicht durch die Hauptstrecke von Fondement und noch durch eine 4te Strecke durchfahren seyn. Dieses hat sich denn auch so befunden; ich habe diese Masse in beiden Strecken wieder angetroffen, und zwar noch mächtiger und noch viel reicher an Salz, als zu *Bouillet* und *Bon-Espoir*. Denken Sie sich eine im Anhydrit und den ziemlich senkrecht fallenden Schichten par-

allel entſtandene Spalte von 30 bis 40 Fuſs Mächtigkeit und dieſelbe wieder von Bruchſtücken von Anhydrit, dichtem Kieſelkalk, und vielem Anhydritſand und Staub ausgefüllt und alles dieſes durch Steinſalz in eine feſte, mit Pulver zu ſprengende Maſſe zuſammengekittet, ſo haben Sie eine ganz richtige Idee vom Zuſtande dieſer Salzſteinſchicht, oder richtiger dieſes Salzſteinganges, und höchſt wahrſcheinlich auch von ſeiner Entſtehung. Er enthält übrigens durchaus keine Druſen oder leere Räume. Das Salz iſt oft von einer, mir bis jetzt nirgends vorgekommenen Reinheit und Durchſichtigkeit und völlig waſſerlos; mithin ein wirkliches reines *Chlorure de Sodium.* Die Salzſieder erkennen auf der Stelle, wenn ich ihnen Sohle von den Deſaloirs ſchicke, durch die Leichtigkeit, mit welcher ſie ſich ſiedet, indem ſie faſt gar keine erdige oder fremdartige Salze enthält, und folglich wenig oder keine Mutterlauge giebt. Nur durch Annahme von Sublimation von Sodium und Chlor läſst ſich das Vorkommen dieſes waſſerloſen Salzes und gänzliche Abweſenheit von Höhlungen und Druſen in dieſer, mit Bruchſtücken ausgefüllten Spalte auf eine genügende Art begreifen.

Des Herrn von Charpentiers Entdeckung, welche für die ganze Kenntniſs des Alpengebirges, und für die Theorie der Lagerung alles Steinſalzes von der gröſsten Wichtigkeit iſt, war keine zufällige; — ſondern ſie iſt das Reſultat ſcharfſinniger Zu-

fammenftellungen und Erfahrungen, wie fie nur allein einem fo geübten Geognoften, und einem in feinem Gebirge fo erfahrnem Bergmanne möglich feyn konnten. — Dafs er an Sublimation des Salzes zu glauben geneigt ift, darf nicht in Verwunderung fezzen. Es ift anderen Erfahrungen und in Bewegung gebrachten Ideen völlig gemäfs. Es zieht fich, wie am Fufse anderer Gebirge, fo auch am Fufse der höheren Alpenkette eine Maffe von Gyps hin, welche faft durch die ganze Länge der Schweiz und Savoyen verfolgt werden kann. Ift der Gyps eine Epigenie des Kalkfteins, welche durch fublimirten, an der Atmofphäre gefäuerten Schwefel bewirkt wird, der nach der Erhebung des primitiven Alpengebirges durch eine Spalte am Fufse ausbricht, wo keine zurückhaltende Maffe noch darauf liegt, fo kann man wohl glauben, dafs Salz auf eine ähnliche Art fich eine neue Lagerftätte erobere. — Selbft im Flözgebirge der niederen Gegenden wird man zu glauben geneigt, das Salz fey fpäter zwifchen die Schichten gedrungen. Die treffliche Charte der Herren von Oeynhaufen und von Dechen (*Berlin bei Schropp*) von den Gebirgen in *Lothringen*, *Elfafs*, *Schwaben* und *am Rhein*, ein in ihrer Art noch bisher nicht erreichtes Mufter, lehrt, wie die Salzniederlagen in *Lothringen* und *am Neckar* vom Kalkftein umgeben werden, der vorzüglich *an der Meurthe* bei dem Salze nicht mehr gefunden wird. Aehnliche Verhältniffe zeigt der Gyps im nordlichen Deutfchland, die Niederung von *Erfurt*. Der Kalftein fcheint weggefreffen, zu Gyps verändert, und vielleicht dann erft mit Salz erfüllt

worden zu seyn. — Wem Sublimation des Kochsalzes sich vorzustellen etwas Ungewohntes, daher Schwieriges seyn sollte, den darf man an Gay-Lussac's Beobachtung am Vesuv im Jahre 1805 erinnern; und an die Versuche von Monticelli und Covelli mit vesuvischer Lava. (*Annales de Chimie* XXII. 415 sq.) Die Spalten im Crater des Vesuvs waren nämlich 1805, als wir ihn bestiegen dick mit weissem Salze bedeckt, welches Hr. Gay-Lussac in Neapel als fast reines Kochsalz bestimmte. Die Spalten waren nur einige Tage alt, daher das Salz an den Rändern gewiss sublimirt. — Heisse Dämpfe stiegen aus diesen Spalten hervor. — Im Jahr 1822, warf der Vesuv eine so ungeheure Masse von Salz aus dem Crater, dass die benachbarten Dörfer von dieser Masse sich ihren Hausbedarf holten, bis die Zollbehörden sie als Königliches Regal in Besitz nahmen. Dreissig Pfund dieses Salzes wurden dem Cabinet im *Jardin des Plantes* zu *Paris* überschickt; und Laugier übernahm ihre chemische Zerlegung. (*Mémoires du Musée* X. 435). Man konnte deutlich zwei verschiedenartige Substanzen von einander unterscheiden: eine sehr schön krystallisirt, weiss und rein; die andere roth und viel härter. Beide vereinigt lieferten

Salzsaure Soda . .	62,9
Salzsaures Kali . .	10,5
Schwefelsaurer Kalk .	0,5
Schwefelsaure Soda .	1,2
Kieselerde . . .	11,5
Eisenoxyd . . .	4,3

Thonerde	3,5
Kalkerde	1,3
Waſſer und Verluſt .	3,7

Wäre ſolche Maſſe in einem Gange aufgeſtiegen, wie Herr von Charpentier ihn beſchreibt, ſie hätte die Bruchſtücke eben ſo zuſammengeſintert und vereinigt, wie er ſie in der Lagerſtätte von *Bex* wirklich gefunden hat.

Leopold von Buch.

V.

Ueber die Eigenschaft metallischer Pulver, sich bei der gewöhnlichen Temperatur von selbst in der atmosphärischen Luft zu entzünden

von

GUSTAV MAGNUS *)

Um metallisches Kobalt, frei von Kohle, zu magnetischen Versuchen darzustellen, reducirte ich, bei erhöhter Temperatur, Kobaltoxyd durch Wasserstoffgas.

Ich liefs, nachdem die Reduction vollendet war, das Metall vollkommen erkalten, indem ich fortwährend Wasserstoffgas darüber leitete. Als ich dieses nun aus der Glaskugel, in der es reducirt worden, ausschüttete, *ward es glühend, und oxydirte sich wieder.*

Ich wufste, dafs das angewandte Oxyd nicht vollkommen rein war, daher war die erste Frage, die sich mir aufdrängte: ob reines Kobaltoxyd dieselbe Erscheinung gäbe. Bei mehreren Reductionen aber, die ich mit reinem Oxyde anstellte, entzündete sich das zurückbleibende Metall beim Ausschütten nicht.

*) Es ist diefs die Abhandlung, welche ich mir schon Bd. 77. S. 258 dem Leser zu bezeichnen erlaubte. P.

Ich glaubte nun, daſs die Entzündung von einem Antheil Kali herrühre, das durch Ausſüſsen nicht vollkommen von dem Oxyde getrennt worden war; indem ich mir vorſtellte, daſs vielleicht, in der Verbindung mit dem Metalloxyde, das Kali durch Waſſerſtoff reducirt, und Kobaltkalium gebildet würde.

Was ſogleich gegen dieſe Annahme ſprach, war, daſs dieſer Pyrophor das Waſſer nicht zerſetzte; denn das Anhauchen beförderte das Verbrennen deſſelben nicht, und unter Waſſer ausgeſchüttet, verbrannte er erſt, wenn daſſelbe durch gelinde Temperatur-Erhöhung verdunſtet war. Da es mir ferner unmöglich war, durch eine Miſchung von Kobaltoxyd und Kali, einen ähnlichen Pyrophor darzuſtellen, in welchen Verhältniſſen, und in welchen Zuſtänden ich auch das Kali mit dem Kobaltoxyd zuſammenbrachte; ſo unternahm ich eine Analyſe des Oxyds, das die Feuererſcheinung gegeben hatte, und fand, auſser dem Kali, einen geringen Antheil *Thonerde* in demſelben.

Ich that hierauf zu einer reinen Kobaltauflöſung etwas Alaun, ſetzte kohlenſaures Kali hinzu, und der dadurch erhaltene Niederſchlag gab bei der Reduction die Feuererſcheinung.

Darauf verſuchte ich, auch mit andern Metalloxyden, durch Zuſatz von Thonerde, einen ſolchen Pyrophor darzuſtellen, was mir indeſs nur mit *Eiſen* und *Nickel* gelungen iſt. Hierbei muſs ich jedoch bemerken, daſs bei dieſen Verſuchen ausgeſchloſſen waren: Alle Metalle, die ſich nicht durch Waſſerſtoff reduciren laſſen; ferner die ſogenannten edlen Metalle, da dieſe ihren Sauerſtoff, bei erhöhter Temperatur, ſchon ohne Zutritt von Waſſerſtoff fahren laſſen;

und endlich, da der Zusatz von Thonerde nur dann von Wirkung ist, wenn er mit dem Metall zusammen gefällt worden, auch diejenigen, die sich nicht mit der Thonerde zugleich niederschlagen lassen.

Was ich früher vom Kali annahm, glaubte ich jetzt von der Thonerde, daſs diese nämlich, in Verbindung mit dem Metalle, zu Aluminium reducirt würde, und das Aluminium sich an der atmosphärischen Luft von selbst entzünde.

Um diese Annahme zu prüfen, fällte ich reines Eisenoxyd, gemischt mit reiner Thonerde, wovon ich die relative Zusammensetzung genau kannte, durch kaustisches Ammoniak.

Eine gewogene Menge des erhaltenen Niederschlags ward reducirt, und nach der Reduction, ohne Zutritt der atmosphärischen Luft, wieder gewogen. Der Gewichtsverlust war offenbar der Sauerstoff, der demselben entzogen worden.

Wäre dieser Verlust gröſser gewesen, als das Gewicht des Sauerstoffs, des in der Verbindung enthaltenen Eisenoxyds; so müſste nothwendig auch die Thonerde von ihrem Sauerstoff verloren haben. Allein die folgenden Resultate des oben erwähnten Versuchs scheinen mir hinlänglich zu beweisen, daſs durch die Reduction nur dem Eisenoxyd der Sauerstoff entzogen werde, und die Thonerde von ihrem Sauerstoff nichts verliere.

Pyrophore aus Eisenoxyd	Thonerde	verloren an Gewicht:	der Sauerstoff des Eisenoxyds in der Verbindung beträgt:
88,05	11,95	25,4	26,9
90,20	9,80	27,1	27,6
95,96	4,04	29,31	29,41
95,96	4,04	29,47	29,41

Während ich nun beschäftigt war auszumitteln, ob auch durch Zusatz einer andern Erde, als der Thonerde, die oben erwähnten Metalle die Feuererscheinung zeigten, wobei sich mir gleich anfangs ergab, daſs dieſs bei der *Beryllerde* der Fall sey, ward es mir wahrscheinlich, daſs wohl die bei der Reduction angewandte Temperatur, Einfluſs auf die Endzündlichkeit haben möchte. Ich wiederholte daher die Reductionen der reinen Oxyde, bei verschiedenen Temperaturen, und fand: daſs nicht nur *reines* Eisenoxyd, sondern auch *reines* Nickel- und Kobaltoxyd sich von selbst an der atmosphärischen Luft entzünden, wenn sie nur bei einer Temperatur reducirt werden, die *unter* der Rothglühhitze ist *). Da nun bei allen bisherigen Reductionen Rothglühhitze angewendet worden war, so schien es, daſs die reinen Oxyde die Feuererscheinung nur dann geben, wenn bei ihrer Reduction *keine* Rothglühhitze angewendet worden, daſs dieselben aber, wenn sie ei-

*) Um zu untersuchen, ob dem Eisenoxyd bei so niederer Temperatur aller Sauerstoff entzogen werde, wurden 4,648 Grm. reines Eisenoxyd, bei einer Temperatur, die ungefähr die des kochenden Quecksilbers war, reducirt. Es verlor dadurch 1,427 Gramm an Gewicht, welcher Verlust in Procenten 30,671 p. C. beträgt; da nach Berzelius der Sauerstoff des Eisenoxyds 30,66 beträgt, so sieht man, daſs das Oxyd vollkommen reducirt worden ist.

nen Zusatz von Thonerde haben, rothglühend werden können, ohne ihre Entzündlichkeit zu verlieren. Diefs hat sich durch directe Versuche wirklich bestätigt; denn wenn z. B. reines Eisenoxyd, das nach der Reduction bei niederer Temperatur, und nach vollkommner Abkühlung, sich von selbst entzündet, bis zum Rothglühen in Wasserstoffgas erhitzt wird; so verliert es seine Selbstentzündlichkeit, hat dasselbe aber einen Zusatz von Thonerde, so kann man es bis zum Rothglühen erhitzen, und es entzündet sich noch nach vollkommner Abkühlung; indefs kann auch diesem, sowohl durch zu starke Hitze, als auch durch häufig wiederholte Reductionen, die Selbstentzündlichkeit genommen werden.

Hieraus wird es wahrscheinlich, dafs der Zusatz der unschmelzbaren Thonerde nur in sofern wirke, als derselbe das Zusammenschmelzen des Metalls erschwert. Da ferner nur diejenigen unter den durch Wasserstoff reducirbaren Metallen die Erscheinung zeigen, die am schwersten schmelzbar sind *), so scheint es nothwendig zu seyn für die Entzündung eines Metalls,

*) Weil unter den übrigen, durch Wasserstoff reducirbaren, Metallen das Kupfer am schwersten schmelzbar ist, so wandte ich besonders auf diefs meine Aufmerksamkeit, und wirklich ist es mir, da ich mehrere Reductionen desselben, bei sehr niedriger Temperatur, und unter sehr geringem Zutritt von Wasserstoff anstellte, einmal gelungen, metallisches Kupfer zu erhalten, das bei Berührung der atmosphärischen Luft sich mit einer Schicht von Oxyd bedeckte, jedoch ohne dafs die Oxydation sich der ganzen Masse mittheilte, und ohne Feuererscheinung, die schon deswegen nicht Statt finden kann, da es bekannt ist, dafs die Wärme, die das Kupfer bei seiner Oxydation entwikkelt, nicht hinreicht dasselbe zum Glühen zu bringen.

daſs daſſelbe bei einer Temperatur reducirt werde, bei welcher es weder zuſammenſchmelzen, noch zuſammenſintern kann. Da bei einer ſolchen Reduction der Sauerſtoff dem Oxyde durch Waſſerſtoff entzogen wird, ohne daſs die zurückbleibenden metalliſchen Theile ſich durch Schmelzen oder Zuſammenſintern vereinigen können, ſo iſt anzunehmen, daſs das Metall ſich in einem höchſt vertheilten Zuſtand befinde; und daſs es, ſo wie alle poröſe Körper*), Gasarten condenſiren, und zwar von der einen Gasart mehr, von der andern weniger, daſs auch ſo dieſe metalliſchen Pulver das Sauerſtoffgas, und zwar mit ſolcher Heftigkeit condenſiren, daſs bei dieſer Condenſation die Umſtände herbeigeführt werden, welche zum Verbrennen des Metalls, oder zur Verbindung deſſelben mit dem Sauerſtoff, nothwendig ſind, wohin beſonders die Erhöhung der Temperatur zu rechnen iſt.

Für die Richtigkeit dieſer Annahme ſpricht insbeſondere: daſs durch Waſſerſtoff reducirtes Eiſen, ſowohl wenn daſſelbe rein iſt, als auch, wenn es einen Zuſatz von Thonerde hat, ſein mehrfaches Volumen Kohlenſäure condenſire.

Wird nun das Metall durch die Reduction porös, und condenſirt es deswegen Gasarten; ſo condenſirt daſſelbe auch offenbar, während ſeiner Abkühlung, von dem Waſſerſtoff, in welchem es erkaltet. Daſs das condenſirte Waſſerſtoff nicht hindere, daſs auch noch Sauerſtoff condenſirt werde, iſt bekannt; wie dieſer Waſſerſtoff aber ſich bei der Entzündung verhalte, ſchien mir noch einer Beantwortung zu bedürfen.

Ich leitete deshalb Kohlenſäure über reducirtes

*) Beobachtungen über die Abſorbtion der Gasarten durch verſchiedene Körper. von Th. v. Sauſſure. Gilb. Ann. B. 47. S. 113.

Eisen, von dessen Endzündlichkeit ich mich überzeugt hatte, sowohl bei der gewöhnlichen Temperatur, als auch indem ich dasselbe erwärmte; und wirklich verlor diess hierdurch seine Endzündlichkeit, die es jedoch wiederum erhielt, wenn es in Wasserstoff erwärmt wurde, woraus irgend ein Einfluss des Wasserstoffs bei der Entzündung unläugbar wird; wie aber dieser Einfluss sey, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden.

Es kann nämlich seyn, dass, wenn zu dem schon condensirten Wasserstoff auch noch atmosphärische Luft condensirt wird, Wasser gebildet werde, und dass, durch diese Wasserbildung, die Oxydation des Metalls bewirkt werde, was jedoch sehr unwahrscheinlich ist, da die Quantität Wasserstoff, die von porösen Körpern condensirt wird, so sehr unbedeutend ist. Wahrscheinlicher ist es dagegen, dass schon die blosse Condensation des Sauerstoffs, ohne chemische Verbindung, die Bedingungen herbeiführe, die zur Oxydation des Metalls hinreichen. Denn gegen diese letzte Annahme spricht keinesweges die Thatsache, dass keine Verbrennung Statt findet, wenn statt des Wasserstoffgases Kohlensäure condensirt wird, da es bekannt ist, dass Kohlensäure in sehr grosser Menge von porösen Körpern condensirt werde, und dass daher, wenn diese durch andere Gasarten, z. B. das Sauerstoffgas ausgetrieben wird, ganz andere Erscheinungen, als bei der ersten Condensation, ja selbst eine Kälte, die für das Thermometer wahrnehmbar ist, hervorgebracht werden.

Zur Bestätigung dieser Annahme ist es mir auch gelungen, ein metallisches Pulver aufzufinden, das sich

von selbst entzündet, ohne alles Beiseyn von Wasserstoff. Wenn man nämlich oxalsaures Eisen, bis zur Zersetzung der Oxalsäure, im verschlossenen Gefäſse erhitzt, und in diesem erkalten läſst; so erhält man auf diese Weise metallisches Eisen in sehr fein vertheiltem Zustande, welches sich an der atmosphärischen Luft von selbst entzündet. Indeſs verliert auch dieses Pulver, ebenso wie das bei der Reduction mit Wasserstoff erhaltene, wenn man nur ein wenig zu starke Hitze bei Zersetzung der Oxalsäure anwendet, seine Entzündlichkeit. — Da das Eisen hiebei vollkommen reducirt wird, so wird auch wahrscheinlich nur Kohlensäure gebildet, die Menge von Kohlenoxydgas wenigstens die hiebei entsteht, kann nur sehr gering seyn, und es ist nicht anzunehmen, daſs dieses einen Einfluſs auf die Endzündlichkeit des Pulvers ausübe.

Diese Versuche führen zu dem Resultat, daſs brennbare Körper in einem sehr porösen Zustande die Eigenschaft besitzen, sich von selbst zu oxydiren. Weil diese Untersuchung mit den Entdeckungen des Herrn Prof. Berzelius beim Silicium*), und den andern, von ihm neuerlich dargestellten, unschmelzbaren Metallen, und des Herrn Hofrath Döbereiner beim Platin, in Verbindung zu stehen scheint, und vielleicht zur Erklärung der natürlichen Bildung der Salpetersäure führen kann, glaubte ich, daſs sie deſshalb nicht ganz ohne Interesse wäre, und habe daher nicht gescheut, sie sogleich, aber deſshalb auch nur kurz und im Auszuge bekannt zu machen, aufgefordert von dem Herrn Prof. Mitscherlich, in dessen Laboratorio ich die erwähnten Versuche angestellt habe, dem ich nicht genug für das Interesse, das derselbe an dieser Arbeit genommen hat, danken kann. Da ich aber noch nicht aufgebe, mich ferner mit dieser Untersuchung zu beschäftigen; so hoffe ich noch später Gelegenheit zu finden, eine ausführlichere Darstellung derselben bekannt zu machen.

*) Diese Ann. Bd. 77. S. 211.

VI.

Ueber das Licht;

von

Hrn. A. Fresnel *).

A. Lichtbeugung.

Unter Lichtbeugung versteht man die Veränderungen, welche das Licht erleidet, wenn es nahe an den Begränzungen der Körper vorbeigeht.

Läſst man Sonnenstrahlen durch eine enge Oeffnung in ein finsteres Zimmer treten, so bemerkt man,

*) Die neueren Untersuchungen über die Natur und Eigenschaften des Lichtes sind bis jetzt ohne Zweifel nur einem sehr geringen Theile des physikalischen Publikums in Deutschland bekannt geworden, indem unsere Zeitschriften seither dieselben fast gänzlich mit Stillschweigen übergingen, und unter den Lehrbüchern nur das des Hrn. Prof. Baumgärtner, eine, wenn gleich ganz vortreffliche, jedoch nicht erschöpfende Darstellung von ihnen geben. Die Wichtigkeit dieser Untersuchungen an sich und ihr noch unberechenbarer Einfluſs auf mehrere verwandte Zweige der Physik, veranlaſst mich, auf Wunsch einiger achtbaren Männer, diesem Gegenstande eine gröſsere Stelle in den Annalen einzuräumen und zugleich dasjenige von den früheren Untersuchungen nachzuholen, was zum Verständniſs der späterern wesentlich ist. Dem zufolge lege ich zunächst dem Publikum, in Verkürzung, denjenigen Aufsatz vor, welchen Hr. Fresnel unter dem Titel: „sur la lumière" der französischen Uebersetzung von Thomson's Chemie, als Zusammenstellung seiner Entdeckungen, hinzugefügt

dafs die Schatten der Körper nicht scharf begränzt sind, wie im Fall einer stets geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes, sondern dafs sie verwaschene Umrisse besitzen und durch farbige Streifen eingesäumt werden, von denen man drei mit Deutlichkeit wahrnimmt, deren Breite ungleich ist, so dafs sie vom ersten zum dritten abnimmt. Ist der zwischengestellte Körper hinlänglich schmal, so erblickt man auch, im Innern seines Schattens Streifen, die diesen in helle und dunkle gleich weit von einander stehende Zonen abtheilen. Wir nennen die letzte Klasse von Streifen: *innere* Streifen, die ersteren hingegen: *äufsere* Streifen.

Grimaldi ist der erste Physiker, welcher sie beobachtet und mit Sorgfalt untersucht hat *). Newton, der sich ebenfalls mit der Lichtbeugung beschäftigte und dieser das dritte Buch seiner Optik widmete, scheint nicht die inneren Streifen bemerkt zu haben,

hat und werde aus den besonderen Abhandlungen des Hrn. Verfassers an den geeigneten Stellen Mehreres zur Vollständigkeit einschalten. Dafs ich hierbei auf mehrere Jahre zurück ging, glaube ich, bedarf keiner Entschuldigung; dafs hier aber Manches wiederkehrt, was schon in den vortrefflichen Abhandlungen des Hrn. Dr. Fraunhofer (Neue Modification des Lichtes etc. in den Denkschr. d. k. Baiersch. Ak. d. W. u. diese Ann. Bd. 74. S. 337.) enthalten ist und Messungen angeführt werden, die den dortigen an vollendeter Schärfe nachstehen, möge man aus dem Gesichtspunkte betrachten, dafs ich wünschte, die neueren Versuche zur Stütze der Undulationstheorie möglichst vollständig zu geben, und es gerade zur Anregung der Leser für wichtig hielt, sie mit den zugänglicheren Beobachtungsmitteln bekannt zu machen. P.

*) Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride aliisque adnexis. Bonon. 1665. besonders Propositio XXII. P.

obgleich er seine Untersuchungen später als Grimaldi anstellte. Er sagt nämlich im dritten Buche seiner Optik, Quaestio XXVIII, bei Gelegenheit, wo er der Undulationstheorie vorwirft, dass sich die Lichtwellen in das Innere des Schattens eines Körpers verbreiten müssten: „Es ist wahr, dass die Strahlen, welche längs eines Körpers hinstreichen, sich ein wenig beugen, wie ich es früher gezeigt habe, aber diese Beugung geschieht nicht nach dem Schatten hin, sondern nach entgegengesetzter Richtung und nur, wenn die Strahlen in einem kleinen Abstande von dem Körper vorbeigehen, hernach pflanzen sich dieselben wieder in gerader Linie fort.“ Es ist schwer zu begreifen, wie einem so geschickten Beobachter die Beugung des Lichtes nach dem Innern des Schattens hin entgehen konnte, vor allem, wenn man erwägt, dass derselbe seine Versuche mit sehr schmalen Körpern und selbst mit Haaren angestellt hatte. Man ist verleitet zu glauben, dass ihm, in seiner Theorie befangen, die Augen bis zu einem gewissen Grade über diese wichtigen Erscheinungen verschlossen wurden, die den Haupteinwurf, auf welchem er die Ueberlegenheit seines Systemes gegründet hatte, bedeutend geschwächt haben würden.

Da diese Beugung des Lichtes nach dem Innern des Schattens eine Fundamentalthatsache ist, so glauben wir bei dem Einzelnen des Versuches, welcher sie kennen lehrt, ein wenig verweilen zu müssen. Um diesen auf eine Art anzustellen, dass er hinsichtlich seiner Beweiskraft keinen Zweifel hinterlässt, bedecke man eine im Fensterladen gemachte Oeffnung mit einem Zinnblättchen, steche mit einer Nadel ein Loch von höchstens 0,1 Millimeter hinein und lasse durch

dieses das Sonnenlicht in das verfinsterte Zimmer eintreten. Statt die Sonnenstrahlen unmittelbar auf die Oeffnung fallen zu lassen, was nicht erlauben würde, sie wegen ihrer Schiefe weit ins Zimmer zu verfolgen, fange man sie außerhalb mit einem Spiegel auf, der so geneigt ist, daſs er die Strahlen fast in horizontaler Richtung reflektirt. In den auf diese Art von den Sonnenstrahlen gebildeten Lichtkegel bringe man einen Eisendraht oder sonst einen anderen undurchsichtigen Körper von ungefähr einem Millimeter Durchmesser. Zu mehrerer Bestimmtheit will ich annehmen, daſs er von dem Loche um einen Meter entfernt ist, und daſs die weiſse Papptafel, mit welcher man den Schatten auffängt, noch um 2 Meter weiter, also von dem Fensterladen um 3 Meter absteht. Wäre die Oeffnung unendlich klein, also der leuchtende Punkt ein mathematischer Punkt, so ist klar, daſs der auf die Papptafel fallende geometrische Schatten eine Breite von 3 Millimeter haben müſste. Unter geometrischem Schatten verstehe ich denjenigen, dessen Gränzen durch Strahlen gebildet würden, die keine Beugung erlitten hätten.

Wir wollen nun berechnen, um wie viel die Breite des absoluten geometrischen Schattens durch die Gröſse der leuchtenden Oeffnung vermindert werden muſs. Der Annahme nach beträgt der Durchmesser derselben $\frac{1}{10}$ Millimeter, also gehen die äuſseren Strahlen von Punkten aus, die um $\frac{1}{20}$ Millimeter von der Mitte abstehen, und da die Papptafel zweimal weiter vom Eisendraht absteht, als dieser von der leuchtenden Oeffnung, so muſs der Halbschatten $\frac{1}{10}$ Millimeter in Breite haben. Der absolute geometri-

sche Schatten wird demnach auf jeder Seite nur um $\frac{1}{10}$ Millimeter verringert und seine Breite auf $2^m,8$ zurückgeführt. Wenn also die Strahlen keine dem Innern des Schattens zugekehrte Beugung erlitten, so würde in diesem Raum eine völlige Dunkelheit vorhanden seyn. Betrachtet man indeſs den Schatten mit Aufmerksamkeit, so entdeckt man in demselben schwach erleuchtete Zonen, erzeugt durch die dunkeln Linien, welche diese trennen und in der Mitte des Schattens selbst nimmt man einen hellen Streifen wahr.*) Aus diesem leicht anzustellenden Versuch folgt also, daſs das Licht sich nach dem Schatten der Körper hinbeugt, wie es Grimaldi beobachtet hat. Zwar schwächt es sich ungemein schnell so wie der Beugungswinkel wächst, aber in diesem schleunigen Abnehmen liegt nichts, was der Vibrationstheorie zuwider wäre, sondern diese erklärt es sehr leicht durch die Kleinheit der Wellen, und lehrt selbst das Gesetz kennen, nach welchem dieses geschieht. Newton hat sich also geirrt, wenn er behauptete, das Licht breite sich nicht hinter den dunkeln Körpern aus und der Einwurf, den er daraus der Undulationstheorie machte, beruhte auf einer ungenauen Hypothese.

Da wir einmal von den inneren Streifen sprechen, so ist es am Ort, den scharfsinnigen Versuch des Dr. Thomas Young**) über diesen Gegenstand, nebst

*) Für das Folgende nenne ich jeden Streifen *hell*, welcher in der Mitte zweier dunkleren Streifen liegt, ohne weiter die Lichtstärke desselben zu berücksichtigen.

**) dies. Ann. Bd. 39. S. 156 ff. P.

der wichtigen Folgerung, die derselbe aus jenem zog, zu beschreiben.

Er fing nämlich mit einem Schirm alles Licht auf, welches an *einer* Seite des schmalen Körpers vorbeiging und bemerkte, dass, obgleich hierdurch nur die Hälfte des gebeugten Lichtes fortgenommen ward, die Streifen im Innern des Schattens dennoch völlig verschwanden. Hieraus schloss er, dass das Zusammentreffen beider Lichtbündel zur Bildung der Streifen nothwendig sey und dass diese aus der Einwirkung erfolgten, welche ein Lichtbündel auf den anderen ausübt; denn da jeder derselben für sich ein zusammenhängendes Licht in den Schatten sendet, so müsste auch ihre Vereinigung nur ein zusammenhängendes Licht erzeugen, falls sie sich nur mengten und keine gewisse Einwirkung auf einander ausübten.

In der, nach dem Emissionssysteme ganz natürlichen Annahme, dass die verschiedenen Inflexionen der Lichtstrahlen, in der Nähe der Körper, von einer gewissen, von diesen auf die Lichttheilchen ausgeübten Anziehungs- oder Abstossungskraft herrührten, könnte man glauben, in jenem Versuche sey die Wirkung des freien Randes am schmalen Körper, auf solche Art durch den Schirm, welcher den andern Rand berührt, verändert worden, dass jener die Eigenschaft Streifen zu bilden verloren habe. Dieser Einwurf wird schon geschwächt, wenn man erwägt, dass die *äusseren* Streifen, welche der freie Rand des Körpers erzeugt, nicht durch die Nachbarschaft des Schirmes geändert werden; aber der Dr. Young hob ihn vollends, indem er den Schirm so weit vom schmalen Körper entfernte, dass man vernünftigerweise nicht

annehmen konnte, die attractiven oder repulsiven Kräfte des Körpers, würden dadurch verändert, und als er nun mit demselben einen der beiden Lichtbündel auffing, bald ehe derselbe am Rande des Körpers vorbeigestreift hatte, bald nachher, verschwanden die inneren Streifen beständig.

Er zeigte überdiess den gegenseitigen Einfluss der Lichtstrahlen dadurch, dass er Licht durch zwei hinlänglich nahe an einander stehende Löcher einfallen liess; im Innern des Schattens, den der zwischenliegende Theil erzeugte, beobachtete er helle und dunkle Streifen, welche offenbar von der gegenseitigen Einwirkung der Lichtstrahlen entstanden waren, weil sie verschwanden, wenn man eine der Oeffnungen verdeckte.

Die Streifen sind viel deutlicher, wenn man in dem Schirme statt der Löcher zwei enge Schlitze anbringt, die, parallel unter sich, um ein oder zwei Millimeter von einander abstehen; durch Verschliessung des einen Schlitzes, verschwinden alsdann die inneren Streifen, obgleich das Licht, was von dem anderen Schlitze in den Schatten des zwischenliegenden Theiles gesandt wird, noch sehr merklich bleibt. Wenn die Schlitzen nicht schmal genug sind oder wenn man den Schatte zu nahe am Schirme auffängt, so erblickt man oft noch Streifen, nachdem man schon einen Lichtbündel aufgefangen hat. Von diesen Streifen wollen wir indess hier nicht reden; man kann sie leicht von den anderen unterscheiden, sobald die Schlitze schmäler sind als der Zwischenraum, der sie von einander trennt, denn alsdann sind die Streifen, welche aus dem Zusammentreffen beider Lichtbündel

entſpringen und welche verſchwinden, wenn man einen derſelben auffängt, viel zarter als die ſo eben erwähnten. Dieſe ſind viel breiter und werden durch jede Spalte für ſich erzeugt; man kann bemerken, daſs in der Mitte des Raumes, in welchem die beiden Gruppen von breiten Streifen ſich vermengen, die andern ihren Urſprung nehmen.

Wir haben ſtets vorausgeſetzt, daſs das zu dieſen Verſuchen angewandte Licht von einem einzigen leuchtenden Punkte herrühre; wenn es nicht der Fall iſt, wenn die beiden ſich mengenden Lichtbündel nicht aus derſelben Quelle entſpringen, ſo hat der Vorgang, von dem wir ſprachen, auch nicht Statt; wir werden hiervon die Urſache mittelſt der Theorie der Wellenbewegung leicht einſehen. Für den gegenwärtigen Augenblick wollen wir uns auf das Studium der Thatſachen beſchränken, welche mit Ueberzeugung darthun, daſs unter gewiſſen Bedingungen die Lichtſtrahlen einen bemerkbaren Einfluſs auf einander ausüben.

Um das in dieſer Beziehung Geſagte zu vervollſtändigen, bleibt es noch übrig, von einem anderen Verſuche zu ſprechen, der dieſen gegenſeitigen Einfluſs mit groſser Deutlichkeit zeigt und den Vortheil hat, die Erſcheinungen der Diffraction im eigentlichen Sinne, zu iſoliren. Dieſer Verſuch beſteht darin, durch zwei ſehr wenig gegen einander geneigte Spiegel, Strahlen reflektiren zu laſſen, die von einem gemeinſchaftlichen Lichtpunkte ausgehen. Bevor ich jedoch die Vorſichtsmaaſsregeln im Einzelnen angebe, um dieſen Verſuch mit Erfolg anzuſtellen, iſt es nö-

thig, die Vervollkommnungen anzuzeigen, welche man bei dieser Gattung von Versuchen anbringen kann.

Statt die Oeffnung im Fensterladen des verfinsterten Zimmers durch Zinnfolie oder Pappe zu verschließsen und diese mit einer Nadel zu durchbohren, ist es viel bequemer eine Glaslinse von sehr kurzer Brennweite in die Oeffnung einzusetzen und mittelst eines Spiegels, außserhalb des Zimmers, die Sonnenstrahlen horizontal auf diese reflectiren zu lassen. Bekanntlich geht die Wirkung einer Linse dahin, die auf sie einfallenden parallelen Strahlen nahe in einen einzigen Punkt zu vereinigen, welchen man den Brennpunkt nennt, und dieser Brennpunkt, der auf dem durch die Mitte der Linse gehenden Strahl liegt, ist der Fläche derselben um so näher, je convexer diese ist. Zu mehrerer Bestimmtheit nehme ich an, daſs dieser Abstand des Brennpunktes 10 Millimeter betrage. Erschiene uns die Sonne nur als leuchtender Punkt, wie die Sterne, so würden sich ihre Strahlen, nachdem sie durch die Linse gebrochen sind, auch nahe in einen einzigen Punkt vereinigen; allein die Sonne umspannt einen Winkel von ungefähr 32′ oder die Strahlen, welche von zwei diametral entgegengesetzten Punkten ihres Umfangs kommen, machen unter sich einen Winkel von 32′. Um also die Bilder dieser beiden Punkte im Brennpunkte der Linse zu bestimmen, muſs man unter ihnen diejenigen Strahlen erwählen, welche durch die Mitte der Linse gehen, und da ferner der über die Brennweite gemachten Annahme

nach, die Bilder auf der Verlängerung dieser Strahlen in 10 Millimeter Abstand von der Linse liegen, so werden jene durch einen Zwischenraum getrennt seyn, der gleich ist der Chorde des Bogens von 32′, beschrieben mit einem Radius von 10 Millimeter Länge. Hiernach giebt die Rechnung 93 Tausendtheile oder nahe ein Eilftel eines Millimeters.

Diess würde demnach der Durchmesser des kleinen Sonnenbildes im Brennpunkt der Linse seyn *). Die Strahlen, welche dasselbe bilden, fahren nach ihrer Durchkreuzung im Brennpunkte zu einem Lichtkegel aus einander, der viel ausgebreiteter ist, als der, welcher entsteht, wenn Sonnenstrahlen unmittelbar durch ein kleines Loch geleitet werden, vor allem, wenn die Linse ein wenig Breite besitzt. Die grosse Ausbreitung des Lichtkegels ist es hauptsächlich, was dieses Verfahren bequem macht. Es ward mir von Hrn. Arago angezeigt und ich wandte es später zu allen meinen Versuchen an.

Wenn man eine grosse Unbeweglichkeit des leuchtenden Punktes nöthig hat, wie z. B. im Fall, dass man die relative Lage der Streifen durch Messungen bestimmen will, so ist es nöthig, statt des einfachen Spiegels, einen Heliostat anzuwenden. Ohne die Anwendung dieses Instrumentes würden die reflectirten

*) Man muss Sorge tragen, dass nur die Strahlen auf die Linse fallen, welche von dem Spiegel reflectirt werden und fange daher die direkten Strahlen mittelst eines Schirmes auf; ohne diese Vorsicht würde sich ein zweiter Lichtpunkt bilden, der die Wirkungen des ersteren sehr verwickelt machen könnte, wenn die Linse hinreichend gross ist.

Strahlen ihre Richtung mit der der einfallenden Strahlen verändern, und folglich auch den Ort des kleinen Lichtpunktes verrücken, der durch deren Zusammentreffen gebildet wird. Diese gänzliche Unbeweglichkeit des leuchtenden Punktes ist indess, wie gesagt, nur für den Fall nöthig, dass man die Franzen messen wollte und man könnte selbst, streng genommen, den Heliostat völlig entbehren, wenn man eine Linse von sehr kurzer Brennweite anwendete und nur wenig Messungen auf einmal vornähme, so dass jede derselben nur kurze Zeit dauerte.

Nachdem ich so eben das beste Verfahren angegeben habe, einen Lichtpunkt zu bekommen, will ich auch zeigen, wie sich am Bequemsten die Streifen beobachten lassen und dabei den Gang befolgen, den meine eigenen Entdeckungen nahmen.

Als ich die äusseren Streifen sehr nahe an dem dunkeln Körper beobachten wollte, gerieth ich auf den Einfall, den Schatten mit einer mattgeschliffenen Glasplatte aufzufangen und die Streifen von der hinteren Seite derselben mit einer Loupe zu betrachten. Indem ich nun das mit der Loupe bewaffnete Auge, in der Verlängerung der Streifen über das matte Glas hinaus fortführte, bemerkte ich, dass man sie daselbst ebenfalls noch sehen konnte und zwar viel deutlicher, übrigens vollkommen ähnlich mit denen, welche sich auf dem matten Glase abbildeten. Ich schloss daraus, dass die Zwischensetzung des letzteren unnöthig sey und es hinreiche, dass man das Licht direkt mit der Loupe auffange, indem man diese hinter dem schattenwerfenden Körper aufstelle und mit ihr den

leuchtenden Punkt ansehe *). Der Grund hiervon ist sehr einfach; die Wirkung eines convexen Glases geht dahin, ein Bild desjenigen auf den Grund des Auges zu versetzen, was sich in seinem Brennpunkte befindet, diess mag nun ein wirklicher Gegenstand seyn oder ein Bild, entstanden durch irgend eine Anordnung der Lichtstrahlen; vorausgesetzt nur, dass diese Strahlen ohne Veränderung zur convexen Glasfläche gelangen. Auf diese Art lässt uns das Ocular eines Fernrohres, das Bild im Brennpunkt seines Objectives sehen, was man auch, wiewohl viel undeutlicher, wahrnimmt, wenn man es mit einer weissen Papptafel oder einem mattgeschliffenen Glase auffängt. Ein sehr einfacher Schluss überzeugt uns demnach, dass diese Beobachtungsart, der bisher üblichen sehr vorzuziehen ist, weil sie den Vortheil gewährt, zugleich die Streifen zu vergrössern und ihre Helligkeit

*) Um die Streifen mit Deutlichkeit wahrzunehmen, muss man Sorge tragen, dass der Brennpunkt der durch die Loupe vereinigten Strahlen auf die Mitte der Pupille falle, und letztere einen solchen Abstand von der Loupe habe, dass ihre Fläche gänzlich erhellt würde, wenn sie sich nicht im Schatten des Körpers befände. Mit Beibehaltung dieses gegenseitigen Abstandes des Auges von der Loupe, bringt man beide in den Schatten, an dem man die Streifen beobachten will.

Wenn man den Körper von der Loupe nur genau um deren Brennweite entfernt, so sind die Ränder desselben, weil sie sich alsdann in dem Abstande des deutlichen Sehens befinden, scharf begränzt und ohne Streifen; rückt man den Körper aber aus dem Brennpunkt, entweder näher oder ferner, so entstehen die Streifen sogleich wieder, die Ursache davon ist leicht anzugeben, doch würde es uns zu weit ins Detail führen.

zu vermehren; wodurch es für eine grofse Anzahl von Fällen möglich ist, sie zu beobachten, in welchen man sie wegen ihrer Feinheit und Lichtschwäche nicht mit einer Papptafel auffangen kann.

Um eine Idee von der Ueberlegenheit dieser Methode zu geben, reicht es hin zu sagen, dafs man hierdurch leicht im Lichte eines einigermafsen glänzenden Sternes, in das man einen dunkeln Körper gebracht hat, Streifen erblickt, und dafs man dieselben selbst im Innern des Schattens wahrnimmt, wenn der Körper hinlänglich schmal und entfernt vom Auge des Beobachters ist; während es selbst für das beste Auge unmöglich ist, im Innern des von einer Papptafel aufgefangenen Schattens Streifen zu erblicken. Um indefs mit dem Lichte eines Sternes Streifen wahrzunehmen, ist es nöthig, eine Loupe von etwas grofser Brennweite anzuwenden, z. B. Gläser aus gewöhnlichen Fernröhren, von ein oder zwei Fufs Brennweite, weil, wenn das Glas convexer ist, das Licht zu sehr geschwächt werden würde. Es geht daraus hervor, dafs die Vergröfserung ebenfalls nicht beträchtlich ist, und dafs man also für diesen Fall keine Streifen von der Feinheit beobachten kann, wie bei lebhafterem Lichte. Je schwächer dieses ist, je mehr mufs man im Allgemeinen die Vergröfserung vermindern. Will man diesen Versuch, den jeder leicht wiederholen kann, mit Erfolg anstellen, so mufs man, wie schon früher gesagt, Sorge tragen, dafs der Brennpunkt des convexen Glases auf die Mitte der Pupille falle, und diese in einen solchen Abstand stellen, dafs ihre ganze Fläche erleuchtet scheint. Bei diesem verhältnifsmäfsigen Abstand des Auges von der Loupe sucht

man den Schatten des Körpers auf, an welchem man Streifen beobachten will.

Ich glaubte mich ein wenig bei der Beobachtungsart verweilen zu müssen, weil es mittelst dieser leicht ist, alle Erscheinungen der Diffraction mit Genauigkeit zu beobachten und zu messen. Man sieht nämlich leicht, dass um die Breite der Streifen, d. h. um den Abstand zwischen den Mitten der dunkeln oder hellen Streifen, zu messen, es hinreicht, eine kleine bewegliche Loupe anzuwenden, die in ihrem Brennpunkt als Sehzeichen einen sehr zarten Faden trägt, dessen Ortsveränderungen man mittelst eines Nonius oder einer Mikrometerschraube genau bestimmen kann. Ein Apparat dieser Art heisst ein Mikrometer. Dasjenige, welches ich zu allen meinen Versuchen anwandte und von Hrn. Fortin verfertigt ward, enthält eine Kupferplatte, die sich mit sanfter Reibung zwischen zwei festen Fugen verschieben läfst. In der Mitte dieser Platte ist ein Loch von der Weite eines Centimeters gebohrt, vor dem jenseits ein roher Seidenfaden als Sehzeichen ausgespannt ist, und diesseits in einem kleinen Rohr die Loupe sich befindet, die man verschieben kann, um den Faden in ihren Brennpunkt zu stellen. Die Platte, auf welcher das ganze System befestigt ist, wird durch eine mit großer Sorgfalt gearbeitete Mikrometerschraube bewegt. An dieser ist die Weite der Gänge genau bekannt und die Unterabtheilungen derselben schätzt man mittelst einer in 100 Theilen getheilten Scheibe, auf der eine an der Schraube befestigte Nadel umherläuft. Durch Umdrehung der Schraube kann man

hiedurch noch fast auf $\frac{1}{180}$ Millimeter die Ortsveränderungen bestimmen, welche der Faden und die Linse erleiden. Es ist diesem nach leicht einzusehen, wie man z. B. den Abstand zwischen den Mitten zweier dunklen Streifen misst; man stellt nämlich folgweise den Faden auf die Mitte der ersten und zweiten, zeichnet jedesmal den Stand der Nadel an der Scheibe auf und zählt die Anzahl der ganzen Umdrehungen, welche auch überdiess durch einen Nonius angegeben wird, dessen Abtheilungen der Weite der Schraubengänge gleich sind. Da man nun diese Weite kennt, so ist es auch leicht, die Ortsveränderungen des Fadens oder den Abstand zwischen den Mitten der beiden dunklen Streifen zu berechnen.

Ich hätte schon vor Beschreibung der Diffractionserscheinungen des Beobachtungsverfahrens mit der Loupe erwähnen können, aber ich fürchtete, einige Zweifel über die wichtigen Resultate, welche es darlegt, zurückzulassen, wenn ich gewissermasen deren experimentalen Beweis, von dem mehr oder minder starken Vertrauen abhängig machte, das man zu der neuen Beobachtungsmethode hegen konnte. Deshalb beschrieb ich die Versuche so, wie sie von Grimaldi und Young angestellt wurden, welche die Streifen mit einer Papptafel auffingen. Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, dass die Anwendung der Loupe an den Erscheinungen nichts verändert; denn dazu reicht es hin, die auf einer Papptafel abgebildeten Streifen, mit denen zu vergleichen, welche man mittelst einer Loupe erblickt, deren Brennpunkt einen gleichen Abstand, wie jene, von dem dunkeln Körper besitzt. Man ersieht alsdann, dass sie, bis auf die

scheinbare Vergrösserung und den Glanz, welche ihnen die Loupe ertheilt, einander völlig ähnlich sind, und misst man ihre Breite, so findet man dieselbe völlig gleich. Es ist aber gut a priori und auf eine durchaus unwiderlegliche Art zu beweisen, dass das Licht in die Schatten der Körper eintritt und dass die Lichtstrahlen einen gegenseitigen Einfluss auf einander ausüben. Deshalb habe ich geglaubt, das neue Beobachtungsverfahren nicht früher aus einander setzen zu müssen, als bis es für die gleich zu erwähnenden neuen Versuche nöthig würde.

Wir können jetzt den Versuch mit den beiden Spiegeln erklären, bei welchem man durch die Vereinigung zweier von deren Flächen regelmässig zurück geworfenen Lichtbündel die auffallendsten Wirkungen des gegenseitigen Einflusses der Lichtstrahlen erhält. Man muss hierzu keine belegte Spiegel anwenden, sondern solche, die an der Hinterfläche geschwärzt sind, damit die zweite Reflexion, welche die Erscheinungen verwickelter machen würde, zerstört wird. Metallspiegel sind noch vorzüglicher. Nachdem man nun zwei Spiegel auf eine solche Art an einander gestellt hat, dass sich ihre Ränder vollkommen berühren, dreht man sie so weit bis sie, beinahe in einer Ebene stehend, nur noch einen geringen einspringenden Winkel bilden, und von dem leuchtenden Punkte gleichzeitig zwei Bilder darbieten. Man kann diesen Winkel aus dem Zwischenraum bestimmen, der die beiden Bilder trennt; dieser Zwischenraum muss nur klein seyn, wenn die Streifen eine hinlängliche Breite besitzen sollen. Die grösste Sorgfalt muss man indess darauf verwenden, dass in der

Berührungslinie ein Spiegel nicht vor dem anderen hervorſpringe; denn ein Vorſprung des einen von 1 oder 2 Hundertel Millimeter reicht oft hin, die Erſcheinung der Streifen zu verhindern. Man erfüllt dieſe Bedingung durchs Probiren, indem man denjenigen Spiegel, von dem man glaubt, daſs er hervorſpringe, ein wenig gegen das weiche Wachs drückt, mittelſt welches man beide auf einer gemeinſchaftlichen Unterlage befeſtigt hat, und man ſchlieſst alsdann durch Befühlen oder noch beſſer durch Unterſuchung der Streifen mit einer Loupe, ob die Bedingung erfüllt iſt. Es wäre leicht einen Mechanismus zu erdenken, durch welchen man die Spiegel unter beliebigem Winkel gegen einander neigen, und jeden Vorſprung des einen vor dem andern verhindern könnte; aber ein ſolcher müſste mit groſser Sorgfalt ausgeführt werden. Wenn freilich das ſo eben angeführte Verfahren durch das Probiren etwas langweilig iſt, ſo hat es doch wenigſtens den Vortheil, keinen anderen Apparat zu erfordern als zwei kleine Spiegel von Metall oder geſchwärztem Glaſe, und ſteht daher aller Welt offen.

Man darf bei dieſem Verſuche, wie bei denen der Diffraction nur das Licht von einem einzigen leuchtenden Punkt anwenden, und um die Streifen recht deutlich zu erhalten, muſs dieſer, wenn jene ſehr zart ſind, recht klein oder entfernt ſeyn. Von geringer Bedeutung iſt es, unter welchem Winkel das Syſtem der beiden zuſammengefügten Spiegel, den einfallenden Strahlen dargeboten wird. Um die Streifen zu entdecken, muſs man ſich ein wenig von den Spiegeln entfernen, und die von dieſen reflektirten Strahlen direkt mit einer Loupe

von kurzer Brennweite auffangen, hinter welcher man das Auge so anbringt, dass dessen Fläche völlig erleuchtet scheint. Man sucht alsdann die Streifen in dem Raume auf, in welchem sich die von den beiden Spiegeln reflektirten Strahlen vereinigen, und der von dem übrigen Theil des erleuchteten Feldes, durch seine hervorstechende Helle leicht zu unterscheiden ist.

Diese Streifen bilden eine Reihe heller und dunkler Zonen, die unter sich parallel sind und gleichweit von einander abstehen. Im weissen Lichte sind dieselben mit den lebhaftesten Farben geschmückt *), vor allen die, welche dem Mittelpunkte nahe liegen; wie man sich aber von diesem entfernt, werden sie schwächer und verschwinden endlich gegen die 8te Ordnung völlig. In einem gleichartigen Lichte, wie man es mittelst des Prismas oder gewisser gefärbter Gläser erlangt, nimmt man eine viel grössere Anzahl von Streifen gewahr, die sich nur als eine Folge von dunklen und hellen Zonen der nämlichen Farbe, darstellen. Durch Anwendung eines möglichst gleichartigen Lichtes erlangen die Erscheinungen die grösste Einfachheit.

Dieser Fall ist es besonders, den wir mit Aufmerksamkeit untersuchen wollen. Die Erscheinungen, welche das weisse Licht darbietet, lassen sich dann leicht durch die Uebereinanderlage der dunklen und hellen

*) Um diese Farben wohl zu unterscheiden, muss man suchen die Streifen hinlänglich breit zu machen, was dadurch gelingt, dass man die beiden Bilder des leuchtenden Punktes sehr nahe an einander bringt.

Streifen jeder besonderen Strahlengattung erklären, aus welchen dasselbe zusammen gesetzt ist.

Die Richtung der Streifen steht jedesmal senkrecht auf der Linie, welche die beiden Bilder des leuchtenden Punktes verbindet, wenigstens innerhalb des Raumes, den das regelmäſsig zurückgeworfene Licht einnimmt, gleichviel welche Lage auch jene Linie, in Bezug auf die Ränder der beiden in Berührung stehenden Spiegel behauptet. Dieſs beweiset, daſs die Streifen nicht durch den Einfluſs der Ränder auf die ihnen nahe vorbeigehenden Strahlen herrühren; auch kann man durch Vergröſserung des Winkels der Spiegel, die beiden Bilder des Lichtpunktes so weit von einander entfernen, und dadurch die Reflection der Strahlen, welche zur Erzeugung der Streifen beitragen, in einem solchen Abstand von den in Berührung stehenden Rändern geschehen lassen, daſs man vernünftigerweise keinen merklichen Einfluſs von Seiten dieser voraussetzen kann.

Die mittlere Zone ist hell, wie bei den Streifen, im Schatten eines schmalen Körpers oder bei den, welche man mittelst zweier paralleler, sehr schmaler und hinlänglich nahe an einander stehender Ausschnitte in einem Schirme, erhält. Wenn man ein fast gleichartiges Licht anwendet, so liegt dieser helle Streif zwischen zwei dunklen von dem tiefsten Schwarz, jedem dieser folgt ein heller Streif, dann wieder ein dunkler und so fort. Die dunkeln Streifen der zweiten und dritten Ordnung sind noch von einem gesättigten Schwarz; wie man sich aber weiter vom Mittelpunkt entfernt werden sie weniger bestimmt, was daher

rührt, daſs das angewandte Licht niemals völlig gleichartig iſt.

Man braucht nur die dunklen Streifen, erſter, zweiter und dritter Ordnung mit dem von einem einzigen Spiegel gelieferten Lichte zu vergleichen, um ſich zu überzeugen, daſs ſie viel weniger erleuchtet ſind und daſs, bei den Lagen, welche ſie einnehmen, der *Zuſatz der Strahlen eines Spiegels zu den des andern, ſtatt intenſiveres Licht zu bilden, Dunkelheit erzeugt.* Dieſer Vergleich iſt leicht gemacht, wenn man folgweiſe die dunklen Streifen und das erleuchtete Feld betrachtet, welches letztere zu beiden Seiten des doppelt erleuchteten und die Streifen enthaltenden Theiles gelagert iſt. Fürchtete man etwa, daſs der Gegenſatz der hellen Streifen, welche die dunklen umgeben in dieſer Beziehung einige Täuſchung verurſachten, ſo braucht man nur den Draht des Mikrometers folgweiſe auf die Mitte eines von den dunkelſten Streifen und auf den Theil des Lichtfeldes zu ſtellen, welcher nur von einem einzigen Spiegel erleuchtet iſt; man unterſcheidet den Draht in dieſer zweiten Lage viel leichter, als wenn er der Mitte der dunklen Zonen erſter oder zweiter Ordnung entſpricht, vor allem, wenn das dunkle Feld wohl geſchloſſen iſt und man die nöthige Sorgfalt getroffen hat, daſs er kein anderes Licht als von den beiden Spiegeln empfängt.

Es iſt demnach vollkommen erwieſen, daſs in gewiſſen Fällen Hinzufügung von Licht zu Licht, Dunkelheit erzeugt. Dieſe Hauptthatſache, welche Grimaldi nicht entging, Newton aber nicht gekannt zu haben ſcheint, iſt in neuerer Zeit durch die Unterſuchun-

gen des Dr. Young hinlänglich bewiesen. Der von mir so eben beschriebene Versuch setzt dies vielleicht noch weiter ins Klare, weil die dunklen Streifen, welche er zeigt, viel dunkler sind, als die, welche die Diffractionserscheinungen im engeren Sinne darbieten und dabei jede Idee von einer diffractiven Wirkung, welche die Lichtbündel in gewissen Punkten ausdehnt, um sie an anderen wieder zu condensiren, entfernt wird, indem die Erscheinung hier nur von regelmäfsig zurückgeworfenen Lichtstrahlen erzeugt wird.

Wie bei den Versuchen des Dr. Young ist es leicht hier einzusehen, dafs die Streifen aus der gegenseitigen Einwirkung der sich treffenden Strahlen entstehen, denn fängt man nahe an einem der Spiegel die von diesem zurückgeworfenen Strahlen völlig auf, sey es vor oder nach deren Reflexion, so verschwinden die Streifen gänzlich, obgleich der Raum, welchen sie einnahmen, fortdaurend von dem anderen Spiegel erleuchtet wird, und man erblickt nur die bleichen und ungleich vertheilten Streifen, die den Schatten des Schirmes umsäumen. Bedeckt man nur eine Hälfte des Spiegels auf die Art mit einem Schirme, dafs die Streifen blofs auf die Hälfte ihrer Länge verschwinden, so kann man den übrig bleibenden Theil der dunkelsten Streifen bequem mit dem angränzenden Raum vergleichen, in welchem das Licht von einem der Spiegel durch den Schirm aufgehoben ist, und kann sich hiedurch abermals überzeugen, dafs letzterer viel stärker erhellt ist, als jeder von den Streifen, in welchen dennoch gleichzeitig die von beiden Spiegeln zurükgeworfenen Lichtstrahlen

anlangen. Die Strahlen heben sich also gegenseitig auf, vermöge einer gewissen Wirkung die sie auf einander ausüben.

Dieser so eben durch Versuche nachgewiesene wechselseitige Einfluss der Lichtstrahlen auf sich, wird ausserdem noch durch eine so grosse Anzahl optischer Erscheinungen bestätigt, dass er gegenwärtig einen der erwiesensten Lehrsätze in der Physik ausmacht. Wir haben zuvor die Thatsachen ausgesucht, welche ihn ausser Zweifel setzen; in der Folge werden wir auf die zurückkommen, welche die Hauptbestätigungen desselben sind. Zuvor müssen wir aber das Gesetz untersuchen, welchem diese merkwürdige Eigenschaft des Lichtes unterworfen ist.

Wenn man die Differenz der Wege berechnet, welche die, zur Erzeugung eines einzelnen dunklen oder hellen Streifens beitragenden, Strahlen durchlaufen, so findet man zuvor, dass die Mitte des mittleren hellen Streifens, gleichen Wegen entspricht und nennt man alsdann d die Differenz der Wege, welche die Strahlen des Lichtbündels durchlaufen, die sich in der Mitte des folgenden rechts oder links liegenden hellen Streifen vereinigen, so entsprechen den Mitten dieser hellen Streifen, Differenzen in den durchlaufenen Wegen, gleich $2d$, $3d$, $4d$, $5d$, $6d$, u. s. w., während die Mitten der dunklen Streifen, von denjenigen angerechnet, welche den mittleren hellen Streifen zwischen sich fassen, bis zu den aller entferntesten, folgweise Differenzen in durchlaufenen Wegen entsprechen, gleich $\frac{1}{2}d$, $\frac{3}{2}d$, $\frac{5}{2}d$, $\frac{7}{2}d$, ...

Daraus folgt also, dass die Vereinigung der Strahlen ein Lichtmaximum erzeugt, wenn die Differenz

der von diesen durchlaufenen Wege, gleich ist o, $2d$, $3d$, $4d$, $5d$, u. s. w. und dass im Gegentheil sie sich wechselseitig aufheben und Dunkelheit erzeugen, wenn diese Differenz gleich ist $\frac{1}{2}d$, $\frac{3}{2}d$, $\frac{5}{2}d$, $\frac{7}{2}d$, $\frac{9}{2}d$, $\frac{11}{2}d$, u. s. w. Diess ist das allgemeine Gesetz des periodischen Einflusses, den die Lichtstrahlen auf einander ausüben.

Wenn beide Lichtbündel eine gleiche Helligkeit besitzen, wie in dem so eben beschriebenen Versuche, so herrscht in der Mitte der dunklen Streifen eine gänzliche Abwesenheit des Lichtes, wenigstens bei den Streifen erster, zweiter und selbst dritter Ordnung, sobald das angewandte Licht hinreichend gleichartig ist. Da aber diese Bedingung niemals vollkommen erfüllt ist, so nimmt der Unterschied der Helligkeit, welcher zwischen den hellen und dunklen Streifen erster Ordnung so ungemein hervorstechend ist, in dem Maasse allmählig ab, als man sich vom Mittelpunkt entfernt, bis er zuletzt bei einem gewissen Abstande von diesem völlig unmerklich wird. Der Grund hiervon ist leicht zu begreifen; er liegt darin, dass das angewandte Licht, wie sehr man es auch vereinfacht hat, sey es mittelst eines Prismas oder mittelst eines gefärbten Glases, stets aus ungleichartigen Strahlen zusammen gesetzt ist, deren Farbe und übrige physikalische Eigenschaften zwar wenig von einander abweichen, aber bei denen die Periode d nicht genau die nämliche Länge besitzt. Daraus folgt, dass die hellen und dunklen Streifen, deren Lage durch ein solches Licht bestimmt wird, nicht durch gleiche Zwischenräume getrennt werden. Die Breite der durch ungleichartiges Licht erzeugten Streifen, weicht nämlich

um so weniger von einander ab, als dieses sich einer vollkommnen Gleichartigkeit nähert; aber wie klein auch dieser Unterschied seyn mag, so begreift man leicht, dass er, nach oftmaliger Wiederholung, zuletzt eine solche Verschiedenheit in der Lage der Streifen erzeugen muss, dass die hellen Streifen einer Strahlengattung mit den dunklen Streifen der anderen zusammenfallen; so dass bei einer hinlänglichen Entfernung von der mittleren Linie (welche gleichen Wegen entspricht) die dunklen und hellen Streifen der verschiedenen in Anwendung genommenen Strahlengattungen, sich durch ihre wechselseitige Mengung verwischen und einen gleichförmigen Farbenton darstellen müssen.

Je einfacher das Licht, desto entfernter vom Mittelpunkt liegt der Ort, wo diese völlige Aufhebung Statt findet und um eine desto grössere Anzahl von Streifen kann man wahrnehmen. Bei Anwendung des weissen Lichtes, als des zusammengesetztesten, sind auch die Streifen in geringstmöglicher Anzahl sichtbar, so dass man kaum sieben derselben auf jeder Seite des Mittelpunktes erkennt. Sie zeigen dieselbe Färbung wie die farbigen Ringe und zwar aus einem gleichen Grunde wie diese. Wenn die Länge d für die Strahlen der verschiedenen Farben gleich wäre, so würde auch die Breite ihrer Streifen (d. h. der Abstand zwischen den Mitten zweier hellen oder zweier dunklen, auf einanderfolgenden Streifen) gleich seyn und zwischen ihren dunkelsten Punkten, so wie zwischen ihren hellsten, eine völlige Uebereinstimmung herrschen, so dass die verschiedenen Strahlen, welche das weisse Licht bilden, weil sie sich überall in ähnlichen Verhältnissen vorfinden, eine Reihe schwarzer

und weifser Streifen erzeugten, die keine Spur von Färbung darböten. Dem ist aber nicht so; denn da *d* mit den verschiedenen farbigen Strahlen sehr veränderlich ist, von einer Gränze des Sonnenspectrums zur anderen fast vom Einfachen zum Doppelten übergeht, und die hellen und dunklen Streifen derselben ihre Breite nach demselben Verhältnisse verändern, so können diese sich nicht mehr decken und weichen, ihrer Lage nach, um so mehr von einander ab, als sie sich von der mittleren Linie entfernen. Es mufs sich also ereignen, dafs die helle Zone einer gewissen Farbe der dunklen Zone einer anderen Strahlengattung entspricht, woraus sich alsdann das Vorwalten der ersteren und das Ausschliefsen der anderen ergiebt. Die Streifen zeigen also eine Folge von Farbentönen, die nach ungleichen Verhältnissen sich verändern und Mengungen der verschiedenen Strahlen darstellen, welche im weifsen Lichte enthalten sind.

Die mittlere Linie des mittleren Streifens ist beständig weifs, weil für sie die Differenz der durchlaufenen Wege Null ist, und folglich sie bei allen Strahlen einem Lichtmaximum entspricht, gleichviel wie grofs die Länge *d* ist. Auf jeder Seite dieses weifsen Streifens färbt sich das Licht allmählig; bei den zweiten, dritten und vierten Streifen sind die Farben sehr lebhaft; aber von diesem ab werden sie schwächer und beim achten verschwinden sie endlich ganz, wegen vollständiger Mengung der dunklen und hellen Streifen aller Farben, wodurch ein gleichförmiges weifses Licht erzeugt wird.

Machte man die so eben beschriebenen Versuche mit den sieben Hauptfarben, welche Newton im Sonnenspectrum unterschied, und mässe die Breite der Streifen mit Hülfe des früher erwähnten Mikrometers; so sieht man ein, dass sich daraus, mittelst Rechnung, die entsprechenden Werthe von d finden liessen. Diese Versuche habe ich indess mit Sorgfalt nur bei dem ziemlich homogenen rothen Lichte angestellt, welches gewisse Kirchenfenster durchlassen. Für die vorwaltenden Strahlen dieses Lichtes, welche nahe auf die Gränze des Sonnenspectrums fallen, ist die Länge $d = 0{,}000638$ Millimeter. Man kann den Werth von d für die sieben Hauptgattungen von Strahlen aus Newton's Beobachtungen über die farbigen Ringe ableiten, und es reicht dazu hin, aus einem Grunde, den wir später kennen lernen werden, diejenigen Längen mit 4 zu multipliciren, welche er Accesse der Lichtmolekel zur leichteren Reflexion oder Transmission genannt hat. Auf diese Art ward die folgende Tafel berechnet.

Gränzen der Hauptfarben.	Aeusserste Werthe von d	Haupt-farben.	mittlere Werthe von d
Aeusserstes Violett	0,mm000406		
		Violett —	0,mm000423
Violett - Indigo	0,000439		
		Indigo —	0,000449
Indigo - Blau	0,000459		
		Blau —	0,000475
Blau - Grün	0,000492		
		Grün —	0,000512
Grün - Gelb	0,000532		
		Gelb —	0,000551
Gelb - Orange	0,000571		
		Orange —	0,000583
Orange - Roth	0,000596		
		Roth —	0,000620
Aeusserstes Roth	0,000645		

Das, was wir früher von der geringen Anzahl der Streifen im weissen Lichte sagten, so wie von der begränzten Anzahl der, welche man in einem möglichst einfachen Lichte wahrnimmt, erklärt uns, weshalb man in vielen Fällen keine Streifen wahrnimmt, obgleich die Strahlen von gemeinschaftlicher Quelle ausgehen, und sich unter fast parallelen Richtungen durchkreuzen; nämlich deshalb, weil die Differenz der durchlaufenen Wege zu beträchtlich ist und auf allen Punkten des von den beiden vereinigten Lichtbündel erleuchteten Raumes, eine zu grosse Anzahl von *d* enthält; so dass der mittlere Streifen und diejenigen, welche diesem hinreichend nahe stehen um sichtbar zu seyn, Punkten entsprechen, die ausserhalb des von den beiden Lichtbündeln gemeinschaftlich erleuchteten Feldes liegen. Aus diesem Grunde ist es für die Versuche mit den beiden Spiegeln so wesentlich, dass ein Spiegel nicht vor dem andern hervorspringe; denn da die Grösse *d* so ungemein gering ist, kaum ein halbes Tausendtel eines Millimeters für die gelben Strahlen beträgt, so kann der kleinste Vorsprung (welcher in den durchlaufenen Wegen immer einen doppelt so grossen Unterschied bewirkt) die Gruppe der sichtbaren Streifen leicht zum gemeinschaftlichen Felde der beiden Spiegel hinaus versetzen *).

*) Ausser den Strahlen, die von den beiden Spiegeln regelmässig zurückgeworfen werden, giebt es beständig einige, die in der Nachbarschaft ihrer Ränder eine Beugung erleiden und dadurch in den gemeinschaftlichen Raum beider Lichtfelder gelangen. Die von einem der Spiegel regelmässig zurückgeworfenen Strahlen können, indem sie mit den vom Rande des

Die Erklärung, welche wir über die Färbung der durch den gegenseitigen Einfluss weisser Lichtbündel erzeugten Streifen gegeben haben, läfst sich auf alle Erscheinungen der Diffraction bei weissem Lichte anwenden. Diese Wirkungen gehen stets daraus hervor, dass die Strahlen der verschiedenen Farben nicht helle und dunkle Streifen von gleicher Breite erzeugen und sich folglich nicht an jedem Punkte in dem Verhältnisse befinden, dass sie weisses Licht zusammensetzten. Da für jede Strahlengattung die Lage dieser Streifen nebst den Gesetzen bekannt ist, nach denen ihre Intensität von einem Punkte zum andern variirt, so kann man die Verhältnisse ihrer Mengungen berechnen und die daraus hervorgehenden Farbentöne mittelst der empirischen Formel bestimmen, durch welche Newton dieselben für jedes Gemenge von farbigen Strahlen findet.

Es reicht also hin, die optischen Erscheinungen bei einem homogenen Lichte, bei welchem sie am einfachsten sind, zu untersuchen; es wird alsdann nicht schwer fallen, ihre Gestaltungen bei weissem Lichte daraus abzuleiten. Diesem gemäss, setzten wir bei allem Folgenden voraus, dass das angewandte

andern gebeugten Strahlen, interferiren, ebenfalls Streifen erzeugen, sobald der Unterschied der durchlaufenen Wege hinreichend klein ist. Diese Streifen unterscheiden sich indess von denen, die aus der Interferenz der regelmässig zurückgeworfenen Strahlen entstehen, im Allgemeinen dadurch, dass sie eine gekrümmte Gestalt besitzen und ihre Richtung nicht senkrecht steht, auf der Linie, welche die beiden Bilder des leuchtenden Punktes vereinigt.

Licht homogen sey, falls wir nicht etwa besonders anführen, daſs die Resultate mit weiſsem Lichte erhalten wurden.

Aus dem über die gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen früherhin angeführten sehr einfachen Gesetze, kann man leicht folgern, daſs die Breite der Streifen, welche stets der Länge *d* proportional ist, sich umgekehrt verhält wie der Zwischenraum der beiden Bilder des leuchtenden Punktes und im geraden Verhältniſs steht zu deren Abstand vom Mikrometer. In anderen Ausdrücken: die Breite muſs im umgekehrten Verhältnisse des Winkels stehen, unter welchem der Beobachter diesen Zwischenraum erblicken würde, falls sich dessen Auge im Orte befände, wo er die Streifen miſst.

Dasselbe geometrische Gesetz läſst sich auf die Streifen anwenden, die von zwei schmalen Ausschnitten eines Schirmes erzeugt werden. Die Breite dieser Streifen steht beständig im geraden Verhältniſs des Abstandes von dem Schirme und im umgekehrten des Zwischenraumes, der die Mitten der beiden Ausschnitte trennt.

Dieſs Gesetz findet auf eine genäherte Art ebenfalls noch für die Streifen im Innern des Schattens eines schmalen Körpers Statt, wenigstens so lange als man sich nicht den Gränzen des Schattens sehr nähert. In letzterem Falle folgen sie einem mehr verwickelten Gesetze, welches zwar auf sehr einfachen Grundsätzen beruht, aber nur durch eine transcendente Funktion dargestellt werden kann, welche auſser der Breite des Körpers und auſser dem Abstand desselben

äuſseren Punkte, ſo findet man 1,mm52 für die Ordinate dieſer Geraden, welche dem mittleren Punkte entſpricht, d. h. wenn der dunkle Streifen dritter Ordnung einer geraden Linie folgte, ſo würde ſein Abſtand in dieſem Punkte 1,mm52 betragen, ſtatt 2mm20, wie es die Beobachtung gab. Die Differenz 0,mm68, iſt ungefähr anderthalb Mal ſo groſs als das Intervall zwiſchen den Mitten der Streifen dritter und zweiter Ordnung, denn dieſes Intervall beträgt bei 1003mm Abſtand von dem dunklen Körper, nicht mehr als 0,mm42. Es iſt folglich klar erwieſen, daſs

zwiſchen den dunkelſten Punkten der beiden dunklen Streifen dritter Ordnung, die auf jeder Seite des Schattens befindlich ſind. Man ſieht, daſs es alsdann hinreichend war, von dieſem die Breite des geometriſchen Schattens abzuziehen, und den Reſt durch 2 zu dividiren, um von jedem dieſer Punkte des Lichtminimums im dunklen Streifen dritter Ordnung, ſeinen Abſtand vom Rande des geometriſchen Schattens zu erhalten. Miſst man nun mit Sorgfalt die Dicke des gebrauchten Cylinders, und kennt ſeinen Abſtand ſowohl vom leuchtenden Punkte als vom Orte, wo man die Streifen beobachtet, ſo wird es leicht ſeyn, die Breite des geometriſchen Schattens für denſelben Ort zu berechnen. Es reicht dazu die Proportion hin: wie ſich der Abſtand des leuchtenden Punktes vom Cylinder zum Durchmeſſer des Cylinders verhält, ſo verhält ſich der Abſtand des leuchtenden Punktes vom Mikrometerdrahte zu einem vierten Gliede, welches die geſuchte Breite des geometriſchen Schattens giebt.

Ich maaſs den Durchmeſſer dieſer Cylinder mit Hülfe eines kleinen, ſehr einfachen Inſtrumentes, was der Maaſslade der Schuſter ähnlich iſt und deſſen Nonius mir unmittelbar Funfzigſtel eines Millimeters gab, und ſelbſt die Hundertſtel zu ſchätzen erlaubte. Statt eines Cylinders habe ich mich oft unmittelbar dieſes Inſtrumentes bedient. Ich ſtellte nämlich

die Differenz von 0,mm68 nicht der Ungenauigkeit zugeschrieben werden darf, die aus der Schwierigkeit entspringt, im dunklen Streifen den dunkelsten Punkt zu finden; denn um sich um eine solche Gröſse zu irren, man hätte über den benachbarten hellen Streifen und selbst über den nachfolgenden dunklen Streifen hinweggehen müssen.

Man könnte diese Differenz nicht anders als durch eine Ungenauigkeit in der dritten, bei 3995mm Abstand vom Körper gemachten, Beobachtung erklären und in der That müssen auch die Messungen um so weniger genau ausfallen, als die Streifen breiter werden; allein ich habe bei mehrmaliger Wiederholung keine gröſsern Abweichungen als höchstens von 3 oder 4 Hundertel eines Millimeters gefunden. Selbst wenn man bei dieser Messung, was möglich wäre, einen Fehler von einem halben Millimeter voraussetzte, so ginge dessenungeachtet für den um 1003mm vom Körper abstehenden Punkt, daraus nur eine Differenz von 0,mm13 hervor. Dieser Versuch zeigt also klar, daſs die äuſseren Streifen sich

die kleinen Platten, deren gegenseitiger Abstand durch den Nonius gemessen werden kann, so weit von einander, daſs die von einer Platte erzeugten Streifen sich nicht mit den der anderen mischen konnten und nachdem nun z. B. der Abstand zwischen den beiden dunklen Streifen dritter Ordnung gemessen war, zog ich von diesem die Projection der Oeffnung zwischen den Platten ab (die nach der vorhergehenden Methode, wie der geometrische Schatten berechnet ward). Dividirte ich alsdann den Rest durch 2, so hatte ich das, um was der Rand des geometrischen Schattens einer jeden Platte von dem dunklen Streifen dritter Ordnung entfernt war.

nach einer krummen Linie fortpflanzen, deren Convexität nach Aufsem gekehrt ist.

Ich habe sehr viele Beobachtungen dieser Art gemacht, welche sämmtlich dieses sonderbare Resultat bestätigen. Das Angeführte reicht indess hin, um die merkliche Krümmung der Trajectorien darzuthun, nach welchen sich die äusseren Streifen fortpflanzen.

Dieses merkwürdige Resultat scheint sehr schwer mit dem Emissionssysteme vereinbar zu seyn; denn um nach diesem Systeme die äusseren Streifen auf die natürlichste Art zu erklären, müsste man voraussetzen, dass der Lichtbündel, welcher an dem Rande des Körpers vorbeistreift, in dessen Nachbarschaft abwechselnd Verdünnungen und Verdichtungen erlitte, durch welche die dunklen und hellen Streifen erzeugt würden. Diese verdichteten und verdünnten Lichtbündel müssten sich aber, nachdem sie vor dem Körper vorbei gegangen wären, in gerader Linie fortpflanzen. Denn obwohl man nach Newton's Theorie annimmt, dass die Körper auf die Lichtmolekel sehr energische Attractionen und Repulsionen ausüben können, so hat man doch niemals vorausgesetzt, dass diese Kräfte ihre Wirkungen auf so beträchtliche Entfernungen verbreiteten, wie die Ausdehnungen jener Trajectorien, die selbst auf mehrere Meter Länge noch eine merkliche Krümmung darbieten. Eine solche Hypothese würde zu einer Menge von Schwierigkeiten führen, noch verwickelter als die, um welche es sich bereits schon handelt.

Die krummlinige Gestalt der Streifen lässt sich genügend nur durch einen gegenseitigen Einfluss der Lichtstrahlen erklären, welche Theorie man übri-

gens auch annehmen mag; nur durch diese Annahme wird es begreiflich, wie die in der Nachbarschaft der Körper gebeugten Strahlen zu krummlinigen hellen und dunklen Streifen Gelegenheit geben können, ohne doch aufzuhören sich selbst geradlinig fortzupflanzen. Es reicht hierzu hin, dass die Punkte, in welchen sie sich durch ihre Vereinigung verstärken oder schwächen, in krummen Linien liegen, statt in geraden. Diess geschieht z. B., wenn die äusseren Streifen aus dem Zusammentreffen der directen Strahlen mit denen erfolgen, welche von den Rändern des Körpers zurückgeworfen werden; denn alsdann liegen die Punkte des Licht-Maximums und Minimums auf Hyperbeln, die den leuchtenden Punkt und den Rand des Schirmes zu Brennpunkten haben; was man leicht aus dem sehr einfachen Gesetze der gegenseitigen Einwirkung der Lichtstrahlen folgern kann. Zwar sind es nicht bloss die directen Strahlen und die vom Rande des Schirmes reflektirten, welche die äusseren Streifen erzeugen, wie wir bald sehen werden; eine Unzahl anderer nahe am dunklen Körper gebeugter Strahlen trägt ebenfalls zu ihrer Bildung bei; aber ihre Trajectorien sind nichts destoweniger Curven der nämlichen Gattung und die dunklen und hellen Streifen erfolgen stets aus der gegenseitigen Einwirkung der Lichtstrahlen, ohne welche es nicht möglich ist, ihren krummlinigen Gang zu begreifen. Welchem Systeme man auch zugethan sey, so muss man dennoch einen gegenseitigen Einfluss der Lichtstrahlen annehmen; auch ist dieser durch die zuvor erwähnten Versuche so vollständig erwiesen, dass er

gegenwärtig als einer der sichersten Grundsätze in der Optik zu betrachten ist.

Es scheint schwer, eine Erscheinung der Art nach dem Emissionssysteme zu erklären, da man in diesem keine Abhängigkeit zwischen den Bewegungen der verschiedenen Lichtmolekel voraussetzen darf, ohne die Fundamentalhypothese umzustoſsen. Man müſste also annehmen, daſs diese Wirkung der Lichtmolekel auf einander keine Realität besitze, sondern nur scheinbar sey, d. h. mit anderen Ausdrücken, daſs diese Erscheinungen nur im Auge vorgehen, in welchem die folgweisen Stöſse der Lichtmolekel gegen den optischen Nerven die schon begonnenen Schwingungen vermehren oder vermindern würden, je nachdem sie die entstehenden Schwingungsbewegungen begünstigten oder hemmten. Es wäre gerade der Fall, wie, wenn man eine schwere Glocke in Erschütterung setzen wollte, wo es nicht bloſs hinreicht, die Impulse zu vervielfältigen, sondern es nöthig ist, daſs man zwischen ihnen einen paſslichen und regelmäſsigen Zeitraum verstreichen läſst, bestimmt durch die Schwingungsdauer der Glocke, so daſs der Impuls stets im Einklang mit der schon erlangten Bewegung geschieht.

Diese sinnreiche Erklärung, welche der Dr. Young selbst, den Vertheidigern des Emissionsystemes angezeigt hat, bietet groſse Schwierigkeiten dar, wenn man sie, ihren Folgerungen weiter nachgehend, mit den Thatsachen vergleicht. Wir wollen uns nicht in diese Erörterung einlassen, so viel Interesse sie auch haben mag, um die hier gesteckten Gränzen nicht zu überschreiten. Auch machen die neuen Diffractionserscheinungen, mit welchen wir uns jetzt beschäftigen

wollen, gewissermassen diese Untersuchung überflüssig, da sie uns völlig entscheidend und mit dem Emissionssysteme im offenen Widerspruch stehend dünken.

Hr. Young hatte vorausgesetzt und ich dachte es ebenfalls später (ohne das zu kennen, was er über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat), dass die äusseren Streifen durch das Zusammentreffen der directen Strahlen mit den, von dem Rande des Schirmes reflektirten, erzeugt würden. Wäre dieses aber gegründet, so müsste die Schneide eines Rasirmessers, welche der Reflexion eine so ungemein geringe Fläche darbietet, die äusseren Streifen weit schwächer erzeugen, als der viel Licht zurückwerfende Rücken eines Rasirmessers. Allein man bemerkt keinen Unterschied in der Intensität der von beiden erzeugten Streifen, wenigstens wenn man diese nicht zu nahe am Rasirmesser beobachtet.

Wenn man die Strahlen eines leuchtenden Punktes durch eine enge Oeffnung gehen lässt, z. B. von der Breite eines halben Millimeters und einer sonst beliebigen Länge, so sieht man beständig, falls der leuchtende Punkt dieser Oeffnung nicht zu nahe steht und man sich hinreichend entfernt hat, dass der Lichtbündel, welcher durch jene hindurchdringt, sich merklich erweitert und auf der Papptafel oder im Brennpunkt der Loupe, deren man sich zur Beobachtung des Schattens vom Schirme bedient, eine helle Zone abbildet, die viel breiter ist, als die konische Projection *) dieser Oeffnung.

Man nehme an, dass die Ränder sehr dünn sind, wie wenn man 2 vollkommne Schneiden hätte, nicht weil diess auf die Erscheinung Einfluss hat, sondern nur um die aus ihr abgeleitete Folgerung beweisender zu machen. Wenn es nur die an der Schneide selbst vorbeistreifenden Strahlen wären, die eine Beugung erlitten, so würde sich von dem, durch die Oeffnung eingeführten, Lichte nur ein ausserordentlich kleiner Theil in den Schatten verbreiten. Die gebeugten Strahlen würden nur einen matten Schein darbieten und in der Mitte derselben die von den directen

*) So nenne ich die Projection, gebildet von geraden Linien, die aus dem leuchtenden Punkte gezogen werden und die Ränder der Oeffnung berühren.

Strahlen gebildete Projection der Oeffnung mit lebhaftem Glanze abgesondert dastehen. Diess beobachtet man aber keinesweges, wie schon gesagt, sobald das Mikrometer und der leuchtende Punkt hinlänglich vom Schirme entfernt sind; vielmehr sieht man den eingeführten Strahlenbündel ein nahe gleichförmiges Licht in einem Raume verbreiten, der viel breiter als die Projection der Oeffnung ist. Wir haben angenommen, dass diese Oeffnung enge sey, eine Weite von nur 0,5 Millimeter habe, um dadurch einen Versuch zu bezeichnen, den man in einem verfinsterten Zimmer von 5 bis 6 Meter Tiefe anstellen könne; wenn aber der leuchtende Punkt in unendlicher Entfernung liegt, wie ein Stern, so erhält man mit einer Oeffnung von beliebiger Weite stets eine ähnliche Erweiterung des eingeführten Lichtbündels, indem man sich hinlänglich von jener entfernt.

Es folgt aus diesen Versuchen, dass die Lichtstrahlen durch die Nachbarschaft eines Körpers aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt werden können, nicht bloss unmittelbar an den Rändern dieses Körpers, sondern noch auf sehr merklichen Entfernungen von demselben.

Wir wollen den Folgerungen dieses Princips, dem Emissionssysteme gemäss, weiter nachgehen. Wenn die Lichtmolekel durch den Einfluss der Körper, auf merklichen Abständen von diesen in ihrer ursprünglichen Richtung gestört werden, so muss man diesem Systeme nach, voraussetzen, dass es durch die Wirkung anziehender und abstossender, vom Körper ausgehender Kräfte geschieht, deren Wirkungskreis eine eben so grosse Ausdehnung besitzt; oder man muss es kleinen Atmosphären zuschreiben, eben so ausgedehnt, wie jene Wirkungskreise und mit einem Brechungsvermögen begabt, das von dem des umgebenden Mittel verschieden ist. Aus beiden Hypothesen folgt gleichmässig, dass bei dem angeführten Versuche die Beugung der Strahlen mit der Form, Dicke und Natur der Ränder der Oeffnung veränderlich seyn würde. Man kann sich aber durch genaue Messungen versichern, dass diese Umstände keinen wahrnehmbaren Einfluss auf die Erscheinungen ausüben *), und

*) Wenigstens so lange als man nicht die Streifen sehr nahe am Schirme beobachtet oder die Fläche an der die Lichtstrahlen hinstreichen, keine sehr ausgedehnte Spiegelebene ist.

dafs die Erweiterung des Lichtbündels einzig von der Breite der Oeffnung abhängt. *Die Erscheinungen der Lichtbeugung sind folglich nach dem Emissionssysteme unerklärbar.*

Da ich diesen Einwurf für den wichtigsten und entscheidendsten ansehe, so glaube ich hier noch einige der Versuche anführen zu müssen, die den Grundsatz, auf welchen er sich stützt, weiter bestätigen.

Ich liefs einen Lichtbündel zwischen zwei sehr genäherten Stahlplatten hindurchgehen, deren verticale, ihrer ganzen Länge nach genau gearbeitete, Ränder, zur Hälfte zugeschärft, zur Hälfte abgerundet waren und die so gestellt wurden, dafs gegenseitig die Schneide der einen, der Rundung der anderen entsprach. Wenn also im oberen Theile der Oeffnung die Schneide zur Rechten lag, so lag sie im unteren Theile an der Linken. Wie wenig also auch die verschiedene Wirkung der beiden Ränder die Strahlen mehr nach der einen oder anderen Seite hin versetzt haben mochte, so mufste ich diefs dennoch durch die relative Lage der oberen und unteren Theile des hellen Zwischenraumes in der Mitte, wahrnehmen können, vor allen bei den Streifen die jenen begleiteten, da diese in dem Theile, welcher dem Punkt entspricht, wo die obere Schneide sich plötzlich abrundet und wo die untere Schneide der andern Platte anfängt, gebrochen erscheinen mufsten. Bei aufmerksamer Beobachtung dieser Streifen konnte ich aber in ihrer ganzen Länge weder einen Bruch, noch eine Biegung wahrnehmen; sie waren gerade und zusammenhängend, gleich als wenn man die Platten so geordnet hätte, dafs sich die Theile von gleicher Form gegenüber ständen.

Schon Malus und Berthollet haben vor vielen Jahren, als sie bei ihren Beugungsversuchen zwei Platten von verschiedener Natur anwandten, z. B. eine von Elfenbein und die andere von Metall, durch die Lage der Streifen erkannt, dafs die lichtbeugenden Wirkungen der verschiedenen Stoffe dieselben seyen, und obgleich die Beobachtungen dieser trefflichen Physiker nicht ganz die Genauigkeit der Messungen haben konnten, welche man durch das Mikrometer mittelst des angezeigten Verfahrens erhält, so reichen sie dennoch hin, zu beweisen, dafs, wenn auch die Stoffverschie-

denheit der Substanzen einen unbemerkten Einfluss auf die Ablenkung der Strahlen ausübte, dieser wenigstens viel schwächer war, als der, welchen man von dem grossen Unterschiede im Brechungs- und Zurückwerfungsvermögen der angewandten Substanzen erwarten konnte, falls man die Beugung des Lichtes den anziehenden und abstossenden Kräften dieser auf die Lichtmolekel, beilegen wollte.

Ich führe noch einen Versuch an, der es bis zur offenbaren Gewissheit darthut, dass die Masse und Natur der Ränder des Schirmes keinen merklichen Einfluss auf die Ablenkung der Strahlen ausüben.

Ich bedeckte einen unbelegten Spiegel mit einer Schicht von Tusche, die auf feinem Papier aufgetragen war, so dass das Ganze eine Dicke von 0,1 Millimeter besass; mit einem Federmesser zog ich darauf 2 Parallellinien, und nahm sorgfältig zwischen beiden, Papier und Tusche von dem Spiegel fort. Ich mass diese Oeffnung mit dem Mikrometer und bildete eine zweite, genau von gleicher Breite mit dieser, aus zwei massiven Kupfercylindern, die beiläufig anderhalb Centimeter im Durchmesser hatten; sie wurden dem geschwärzten Spiegel zur Seite und mit diesem in gleicher Entfernung vom leuchtenden Punkte aufgestellt. Als ich nun die Erweiterung des Lichtbündels jeder Oeffnung beobachtete und mit dem Mikrometer mass, fand ich sie beide genau von gleicher Breite; obwohl in Betreff der Masse und Natur der Ränder der Oeffnung, wohl schwerlich verschiedenartigere Umstände erdacht werden können, als hier beisammen waren.

Es ist also wohl erwiesen, dass die Natur der Körper, gleich wie ihre Masse oder die Dicke der Ränder keinen merklichen Einfluss auf die Ablenkung der Lichtstrahlen ausübt, welche nahe an ihnen vorbeigehen und eben so augenscheinlich ist es, dass diese merkwürdige Thatsache nicht mit dem Emissionssysteme vereinbart werden kann. Die Undulationstheorie im Gegentheil erklärt dieselbe und liefert selbst Mittel alle Diffractionserscheinungen der Rechnung zu unterwerfen.

(Fortsetzung folgt.)

ZU HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barom bei +10° parise	Therm. Reaum. frei im Schattn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	336.'''	0.°0	72.°6	wsw. 1	tr Nbl Dft
	12	35.	0. 6	74. 1	ssw. 1	tr Nbl Dft
	2	35.	0. 9	74. 4	ssw. 1	trüb
	6	36.	0. 6	74. 5	ssw. 1	trüb
	10	36.	0. 3	75. 3	SO. 1	trüb
2	8	33.	0. 5	74. 9	SO. 1	tr Nbl Dft
	12	34.	2. 0	74. 3	SO. 1	trüb
	2	32.	2. 4	73. 3	sso. 1	trüb
	6	32.	1. 1	74. 2	SO. 1	trüb
	10	32.	1. 0	74. 4	sso. 2	trüb
3	8	35.	0. 9	74. 0	sso. 1	trüb
	12	36.	3. 3	65. 9	ssw. 3	schön
	2	36.	3. 8	60. 0	SW. 2	schön
	6	36.	3. 0	76. 7	S. 2	sch Abrth
	10	35.	2. 5	75. 1	ssw. 2	schön Nebl
4	8	29.	2. 4	76. 5	W. 3	trb fein Rg
	12	29.	4. 4	68. 0	nnw. 3	schön
	2	29.	4. 2	61. 2	nnw. 3	schön
	6	30.	2. 3	66. 0	nnw. 3	heitr
	10	31.	1. 7	73. 6	nnw. 3	heitr Mgr Nbl
5	8	34.	0. 9	72. 4	nnw. 1	sch Reif
	12	36.	1. 7	72. 3	nnw. 1	verm
	2	36.	2. 1	70. 3	nnw. 1	trüb
	6	37.	0. 1	70. 3	wnw. 2	trüb
	10	38.	1. 4	67. 9	wnw. 2	heitr
6	8	41.	2. 9	67. 7	ssw. 1	trb Mgrth
	12	42.	1. 0	62. 9	ssw. 2	trüb
	2	42.	1. 7	55. 1	SW. 1	verm
	6	41.	0. 6	57. 5	ssw. 3	trb Abrth
	10	41.	0. 6	59. 7	SW. 4	trüb
7	8	39.	1. 7	73. 9	SW. 2	trüb
	12	38.	3. 2	73. 5	SW. 3	trüb
	2	38.	3. 3	74. 1	SW. 3	trüb
	6	37.	2. 6	71. 8	SW. 3	trüb
	10	37.	1. 4	72. 9	SW. 4	trüb
8	8	36.				
	12	36.				
	2	36.				
	6	37.				
	10	37.				

Therm.	Hygr.	Wind
+ 97.°0	3792.°29	wsw
+105. 9	2923. 69	NW
+ 48. 0	2750. 26	ssw
+ 51. 7	2456. 99	W
+302. 6	10913.23	ssw

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 3.°0	+ 8.°2	6' 6.''5
2	4. 7	8. 4	6 7
3	2. 1	4. 2	6 6
4	+ 3. 0	6. 4	6 4
5	0. 0	+ 0. 4	6 4
6	− 3. 3	− 0. 8	6 6
7	− 4. 0	+ 2. 1	6 5
8	+ 0. 9	4. 1	6 4.5
9	0. 4	3. 1	6 6.5
10	0. 0	4. 3	6 9
11	1. 1	4. 8	6 10
12	4. 0	5. 5	6 9
13	3. 3	3. 8	6 8
14	2. 4	5. 1	6 9
15	+ 1. 4	3. 1	6 11
16	0. 0	2. 8	6 11.5
17	− 2. 0	4. 8	6 10.5
18	+ 0. 5	5. 2	6 7
19	1. 0	4. 9	6 4
20	+ 0. 2	3. 6	6 1
21	− 3. 9	2. 8	6 0
22	1. 7	0. 9	5 10
23	1. 0	0. 6	5 9
24	0. 7	1. 2	5 7
25	0. 0	1. 1	5 6
26	− 0. 2	2. 6	5 5
27	+ 0. 3	4. 2	5 5.5
28	+ 1. 1	4. 7	5 4
29	− 1. 4	2. 4	5 4
30	− 3. 6	1. 8	5 3
31	− 0. 4	+ 4. 1	5 2
Sma	+ 7. 0	+108.4	192' 2.''8
Mittl	+ 0.23	+ 3.50	6. 2.4

Min.	Max.
− 3.°9	+ 8.°4

grösste Veränd. 12.°3

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	3
schön	3
verm	6
trüb	19
Nebel	15
Duft	6
Regen	10
Graupeln	1
Reif	1
Schnee	2
windig	12
stürmisch	6

Nächte	Zahl
heiter	10
schön	1
verm	1
trüb	19
Regen	6
Schnee	4
Gewitter	1
windig	9
stürmisch	9
Mrgrth	10
Abrth	8

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	336.'''799	ssw	+ 1.°95	ssw	70.°47	ssw
Max.	342. 877	wnw	+ 7. 7	SW	87. 38	wsw
Min.	329. 410	wsw	− 3. 3	ssw	50. 40	SW
Vränd	13.'''467		11.°0		56. 98	

g.

heiter, Horiz. ſtark bedünſtet; Spät-Abds in W u. NW ein Damm
ler verſchwindet. Am 18. früh wolk. Bed., dieſe ſondert ſich Mittgs
hmittgs rings ein Damm, oben auf heit. Grunde Cirrus in var. for-
ſpäter heiter. Am 19. Nchts etws Reg., wolk. Decke löſet von Mittgs ab
erhalb blaue Stellen. Morgens, 4 U. 36′, hatte der Neu-Mond Statt.
Am 20. Morg. wolkig bed. und NW-Horiz. heitr; Mittgs oben heitr,
Cirr. Str. und NW kl. Cum.; Nchmittgs bed. Cirr. Str. Maſſen meiſt,
wolk. Decke u. Spt-Abds heitr. Am 21. früh NW-Hälfte bis oben
nſt heitr; Tags nur rings ein Damm, ſonſt und von Abds ab ganz,
2. Nchts ſtark Schnee und Tags gleichf. bed.; früh ſtark Duft und
Reg. Am 23. ſtets herrſch. gleiche Decke; Morg. Nebl u. Duft, um
nee u. Nchmittgs einz. Regtrpf. Es ſtehet heute der Mond in ſeiner
m 24, 25 u. 26. gleiche Decke wird nur letztern Tags bisweil. wolkig.
em 24 u. 25. etwas Schnee, jeden Tag früh Nbl u. Duft und am 25.
Am 27. Morg. wolkig bed., Tags auf viel heit. Grunde Cirr. Str. die
am Horiz. lagern. Früh, 9 U. 17′, das erſte Mond-Viertel.
Am 28. Morg. Nebl und fein Reg., Tags über heit. Grund, bei bel.
Cirr. Str. und von Abds ab heiter. Am 29. früh, wolkenleer, nicht
dünſt. Horiz.; Mittgs oben Cirr. Str. und heit. Grund; Nachmittags
dieſe trennt ſich Abds und Spt-Abds iſt es heitr. Am 30. bis Mittg
Decke, Mittgs unten bel. oben Cirr. Str. und wenig offner Grund;
ter gleiche Decke. Am 31. mehr gleichf. als wolkig bedeckt.

Monats: ungemein gelind, die Tage trüb, oft feucht, die Nächte
Winde, oft heftig, ſpringen wenig nach S und W ab; das Barometer
Variation im Ganzen hoch, das Thermometer dagegen zeigt geringe

uszug aus dem ſeinigen, welches er über den Gang der hier vor-
dadurch an Intereſſe gewinnen und ich ſehe einen lange gehegten
Dr. *Winkler.*

r der Krankheiten in entzündlichen Fiebern, Anginen, Lungen-
er Neigung, das Nervenſyſtem zu befallen und zu lähmen; kamen
Dr. *Weber.*

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ZWEITES STÜCK.

I.

Einige Worte über die jüngsten Ueberschwemmungen im südlichen und westlichen Deutschland;

von

Hrn. Hofr. Muncke, Prof. d. Physik zu Heidelberg *).

Das Ende des Jahres 1824 ward durch ein Austreten der Flüsse des südlichen Deutschlands, der Fulda, der Leine und des untern Rheins, bezeichnet, wie es in dieser Ausdehnung und Gröfse ohne geschichtliches Beispiel ist. Ihr folgte eine noch verheerendere Ueberschwemmung durch das Waſser der Oſtſee, und ſpäterhin, im gegenwärtigen Jahre, eine ähnliche durch die Fluthen der Nordſee. Ueber die Urſachen der beiden letzteren iſt kein Streit, über die der erſteren kann dieſer auch nicht Statt finden; indeſs verbreitete ſich gleich anfangs die Meinung, eine ſolche

*) Dieſe Bemerkungen im gröſsten Gedränge anderer Arbeiten niederzuſchreiben, bewegt mich die freundſchaftliche Aufforderung des verehrten Herausgebers dieſer Zeitſchrift. M.

Menge Wassers könne nicht durch atmosphärische Niederschläge entstanden seyn, sondern müsse aus unterirdischen Behältern, welche durch vulkanische Erschütterungen ausgeleert worden, seinen Ursprung genommen haben. So unnatürlich diese Hypothese ist, so hat sie doch weit mehr Anhänger und grösseren Glauben gefunden, als man für möglich halten sollte, und daher wird es nicht überflüssig scheinen, die Sache, welche ohnehin so ungemeines Aufsehen erregt hat, einmal etwas näher zu betrachten. In tiefere Erörterungen hierbei einzugehen, würde theils nicht zweckmäſsig seyn, theils erlaubt dieses in dem Augenblicke meine höchst beschränkte Zeit durchaus nicht; inzwischen wird das Nachfolgende im Allgemeinen zur Beurtheilung der Sache genügen, indem ich zuerst die Unmöglichkeit eines Ursprunges der beobachteten Massermenge aus dem Innern der Erde darthun, und dann zeigen werde, daſs die Erscheinung ohne Widerspruch als Folge atmosphärischer Niederschläge angesehen werden könne.

1. Vorausgesetzt, daſs das Wasser aus Behältern im Inneren der Erde gekommen wäre, so könnten die hypothetischen Behälter entweder mit dem Meere in Verbindung stehen oder nicht. Im ersteren Falle müſste das Wasser Seewasser seyn; es war aber süſses, und sie haben also keine Verbindung mit dem Meere, sondern sind als isolirte Räume anzusehen. Es fragt sich weiter, wie tief diese Behälter anzunehmen sind. Die Ueberschwemmungen haben die Gebiete der oberen Donau, der Isar, des Lechs, des Neckars, des Rheins, des Mains, der Fulda nebst den zwischenliegenden kleinen Strömen so getroffen, daſs alle diese

Flüsse und die sie speisenden kleineren Bäche, ja sogar Quellen und Brunnen eine unglaubliche Wassermenge lieferten, welche sie also sämmtlich durch zahllose Oeffnungen aus den unterirdischen Behältern erhalten haben müfsten. Diese letzteren sind also namentlich unter den mächtigen Salzlagern im Elsas, im Badenschen und Würtembergschen zu suchen. Lägen sie gleich hoch als diese, so hätten sie das Salz längst geschmolzen, und es müfsten die Gewässer abermals salzig gewesen seyn; die Behälter liegen also unter den Salzlagern, und da die Tiefe dieser letzteren 400 bis 800 Fufs beträgt, so wäre mithin die Tiefe der ersteren mindestens 800 Fufs anzunehmen. Nun können wir zuvörderst bemerken, dafs die an zahllosen Orten aus der Erde getriebenen, sonst so verheerenden Gewässer die schonende Rücksicht gegen die armen Landesbewohner gehabt haben, *kein einziges Salzlager* und den Behälter *keiner einzigen der vielen mineralischen Quellen* zu durchbrechen, weil sonst bis auf diesen Augenblick das Salz durch die ungeheure Wassermasse dieser grofsen Cisternen längstens aufgelöset und die Mineralquellen in gemeine Brunnen verwandelt seyn müfsten. Von allem diesen findet sich aber keine Spur, und was das Merkwürdigste, mit der angegebenen Hypothese durchaus Unverträgliche ist, gerade die, mit dem Inneren der Erde sicher in Verbindung stehenden, und ohne Zweifel aus grofser Tiefe kommenden mineralischen Quellen in Badenbaden, im Nassauischen u. s. w. haben gar keine Veränderung gezeigt, während die gewöhnlichen und neu entstandenen aus tiefen Behältern einen unermefslichen Zuflufs erhalten haben sollen.

Aber die wichtigste Frage bleibt immer die, welche Kräfte und Mittel das Wasser bis zu einer so enormen Höhe von mehr als 800 Fuss gehoben haben sollen? Man giebt an, vulkanische; allein diese neue Hypothese sagt eigentlich nichts, so lange sie so im Allgemeinen ausgesprochen und nicht zugleich die individuelle Art dieser Action angegeben wird, denn auf diese Weise kann man alle politischen, moralischen und physischen Veränderungen der Erde gleichfalls von den vulkanischen Thätigkeiten ableiten. Wir haben nur zweierlei Arten von Wirkungen, die wir ausser den hier wegfallenden Erscheinungen der eigentlichen Ausbrüche, den Vulkanen beilegen können, nämlich Hebungen und Erschütterungen. Von den letzteren hat man keine Spur beobachtet. Das schreckliche Erdbeben, wodurch 1755 Lissabon zerstört wurde, und welches man von Grönland bis Afrika, von Ungarn bis Guadaloupe und Martinique verspürte, hat freie Teiche und Seen wohl in Schwankungen von 1 bis 3 Zoll Höhe versetzt *), um aber das Wasser aus unterirdischen eingeschlossenen Behältern bis 800 Fuss Höhe zu schleudern, dazu würde

*) Bei den Erschütterungen dieses Erdbebens sind allerdings in Frankreich einige Brunnen und Quellen versiegt; man wird aber nicht in Abrede stellen, dass das Versiegen der Quellen, und das Entstehen neuer nicht bloss zwei verschiedene, sondern einander gerade entgegengesetzte Dinge sind, auch lässt sich leicht die Möglichkeit einsehen, dass Felsen durch Erderschütterungen Risse bekommen, in welchen das Wasser einer Quelle tiefer hinabsinkt, ohne dass daraus folgt, es könnten auf gleiche Weise neue, so furchtbare Ueberschwemmungen erzeugende, Quellen entstehen.

nach mechanischen Gesetzen eine Erschütterung erfordert, bei welcher kein Baum stehend und kein Berg auf seiner Unterlage ruhend geblieben wäre, vielweniger dass irgend ein Haus hätte verschont bleiben sollen. Es müssten also unterirdische Hebungen Statt gefunden haben. Deren könnte es nun vielleicht nur eine einzige, vielleicht auch zwei, drei, bis höchstens vier gegeben haben; oder es wurden über hundert Stellen, also gerade so viele Strecken gehoben, als Quellen einen ungewöhnlichen Zufluss erhielten. Die Widerlegung der letzteren Hypothese wird man mir hoffentlich erlassen, denn es hiesse doch das Unnatürliche zu weit getrieben, wenn man so viele partielle Hebungen annehmen, und dabei zugleich voraussetzen wollte, dass eine jede zugleich einen unterirdischen Wasserbehälter getroffen habe; denn traf nur eine einzige festes Erdreich, so musste an dieser Stelle ein Berg entstehen, was gegen die gemachten Beobachtungen streitet. Wir kommen also auf eine einzige oder einige wenige Hebungen. Dieses setzt aber voraus, dass die gesammten unterirdischen Wasserbehälter unter allen den Ländern, in denen die Ueberschwemmung entstand, miteinander in Verbindung stehen. Nun liegen aber einige Quellen der überschwemmenden Flüsse und Bäche weit über tausend Fuss höher, als andere, das Wasser konnte also nach hydrostatischen Gesetzen nur aus den niedriger liegenden strömen. Hiervon abgesehen wäre unbegreiflich, dass die von Innen aufgetriebene kalte (denn sonst hätte das Wasser warm seyn müssen) Erdlage nicht irgendwo durch die nothwendige Verlängerung ihres Radius geborsten seyn sollte, in welchem Falle die Quellen sogleich oder ge-

genwärtig ins Innere der Erde dringen müssten, um die entstandenen hohlen Räume wieder auszufüllen.

In Beziehung auf die Ausgussöffnungen kommen wir aber weiter auf einen nothwendigen Gegensatz; indem wir entweder annehmen müssen, dass sie schon vor der beobachteten Ergiessung offen waren oder nicht. Im ersteren Falle sind wir abermals auf den schon erwähnten Satz zurückgeführt, dass dann das Wasser fortwährend aus den tiefer liegenden Mündungen abfliessen musste, wonach also gar keine Ueberschwemmung, oder nur eine geringe in den niedriger liegenden Gegenden entstehen konnte, desgleichen hätten die Salzlager längst geschmolzen seyn müssen; im zweiten Falle aber folgt aus den Gesetzen der Cohäsion nothwendig, dass das so wenig compressibele Wasser weit leichter die ganze Erddecke gehoben, als mehrere hundert Fuss tiefe Canäle durchbrochen haben würde. Noch nie hat das Wasser Dämme von unten herauf durchbohrt, aber gehoben hat es sie in unzähligen Fällen. Man hat zur Begründung des unterirdischen Ursprunges des Wassers angeführt, dass namentlich das Wasser des Rheins vierzehn Tage lang seinen hohen Stand behalten habe. — Seltsames Argument! indem dasselbe voraussetzt, dass die Hebung im Innern der Erde diese ganze Zeit hindurch gedauert, und jeden Tag gerade nur so stark gewesen wäre, um die Quantität des abfliessenden Wassers zu ersetzen; denn war sie nur einmal stärker, so musste die obere Erdrinde nothwendig bersten oder gehoben werden.

Diese Betrachtungen liessen sich noch weiter fortsetzen. Namentlich liesse sich zeigen, dass die vor-

ausgesetzten inneren Wassercisternen, wenn man sie einmal annehmen wollte, durch nichts anderes als durch Einsinkungen von der Oberfläche her ausgefüllt werden konnten, um das Wasser statt dieses eindringenden Erdreichs wieder bis auf die Oberfläche zu bringen. Ich glaube indeſs die gänzliche Unhaltbarkeit einer solchen Voraussetzung genügend dargethan zu haben, und will nur noch die Bemerkung hinzufügen, wie nothwendig es sey, bei Aufstellung einer physikalischen Hypothese sich nicht mit allgemeinen Ansichten und mit der unbestimmten Annahme gewisser bekannter Kräfte zu begnügen, sondern die eigenthümliche, ihnen zugeschriebene Wirkungsart einzeln und mit Berücksichtigung der nothwendig folgenden Nebenumstände genau zu prüfen.

2) Ehe ich nun zweitens nachweise, daſs die beobachtete Ueberschwemmung als Folge atmosphärischer Niederschläge ohne irgend einen inneren Widerspruch leicht erklärt werden könne, will ich zuvor erst einige allgemeine Betrachtungen vorausschicken.

a) Partielle Ueberschwemmungen in denjenigen Gegenden, welche von der letzteren betroffen wurden, so wie auch an anderen, namentlich vor mehren Jahren in Schlesien, in Mähren u. s. w. hat man verschiedentlich beobachtet, das Auffallende der vorjährigen liegt hauptsächlich in ihrer groſsen Ausbreitung und der so weit vorgerückten Jahreszeit.

b) Ueberschwemmungen, welche durch heftige Regengüsse entstehen, erleben wir in unseren Gegenden häufig, und sie sind an sich oft verheerend genug, im Ganzen aber nur klein und unbedeutend gegen diejenigen, welche ein einzelner Regen in den Tropen-

gegenden, auf Isle de France, Domingo, der Westküste von Afrika u. a. a. O. erzeugt. Hiervon überzeugt man sich bald, wenn man die hiesigen und dortigen Regenmengen mit einander vergleicht. Beispielsweise will ich nur anführen, dass die Regenmenge auf *Cayenne* im Jahre 1790 nicht weniger als 116 Zoll, im Mittel aus 4 Jahren aber jährlich 104,25 Z. betrug; im Jahre 1820 aber fielen vom 1st. bis 24st. Februar 121 Zoll, und den 14t. von 8 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens 10,25 Z. Regenwasser. Kein Wunder, wenn dort in wenigen Stunden ganze Districte durch die Fluthen temporär in Seen verwandelt und gänzlich verheert werden, und man sieht hieraus zugleich, was der Regen ohne sonstige mitwirkende Umstände unter gegebenen Bedingungen anzurichten vermag.

c) Man hat eingewandt, dass die Herleitung der Ueberschwemmungen des letzten Jahres von ungewöhnlichen atmosphärischen Niederschlägen zu der Folgerung führe, dass dann der nasse Sommer 1816 noch weit grössere Erscheinungen dieser Art hervorgebracht haben müsste. Hierauf erwiedere ich indess, dass in dem genannten Jahre allerdings die Flüsse, namentlich der Rhein, stets sehr angeschwollen waren, indess zeichnete dieses übel bekannte Jahr sich nicht sowohl durch die *grosse Regenmenge*, als vielmehr durch die *vielen Regentage* und den stets bedeckten Himmel aus, welche Umstände das Reifen und Gedeihen der Früchte hinderten. Ueber die Quantität des Regens jenes Jahres in hiesiger Gegend kann ich keine Auskunft geben, wohl aber über die in Paris, wo bekanntlich in diesem Jahre, wie im Jahre 1811, die Witterung mit der in Deutschland übereinstimmte. Dort

aber gab 1816 nur 20 Z. 2 L., das Jahr 1811 aber 21 Z. 9 Lin. Regen, dagegen hatte jenes Jahr 167 Regentage, wovon 26 in den Juli fielen, dieses dagegen nur 143.

d) Es giebt eine Menge, wie ich glaube noch nicht genug beachteter und hinlänglich gewürdigter Erscheinungen, aus denen mit Gewissheit ein Zusammenhang zwischen der Witterungsdisposition mehrerer, selbst sehr weit von einander entfernter, Oerter hervorgeht. Man wird dieses nicht unnatürlich finden, wenn man auf der einen Seite berücksichtigt, dass die Witterung hauptsächlich von der Beschaffenheit der Atmosphäre abhängt, auf der andern aber, vermöge der Schnelligkeit der Bewegungen des Windes die Luftmassen vom Aequator und den Polen sich binnen acht Tagen sehr gut in der Mitte ihres Weges begegnen können. Wer weiss also, welchen Gegenden diejenigen Wolkenmassen entzogen sind, aus denen eine für die Jahreszeit so ungewöhnliche Menge Wassers herabstürzte? Zur Unterstützung des aufgestellten Hauptsatzes will ich nur anführen, dass namentlich 1811 in Brasilien eine ungewöhnliche Kälte geherrscht haben soll; und eben so wurde in dem verflossenen Sommer die Pyrenäische Halbinsel und das östliche Europa, namentlich die Krim, von schrecklicher Dürre heimgesucht, während man in Deutschland und dem östlichen Frankreich über die ungewöhnliche Menge Regen zu klagen hatte.

Um jetzt die grosse Ueberschwemmung zu erklären, dürfen wir bloss dasjenige, was bei aller Mangelhaftigkeit der vorhandenen Nachrichten historisch sicher begründet ist, gehörig würdigen, denn lei-

der, fehlt es bei allen vorhandenen meteorologischen Beobachtungen doch noch immer an einer leicht zu übersehenden, und dadurch instruktiven Zusammenstellung der Erscheinungen, welche gleichzeitig an mehr und minder von einander entfernten Orten Statt finden. *) Zufällig liegt Heidelberg so ziemlich in der Mitte des mehr langen als breiten Striches, welcher durch die von Süden nach Westen fortschreitende Ueberschwemmung heimgesucht wurde, und meine eigenen Beobachtungen erhalten dadurch einen besonderen Werth. Es läſst sich aber die Hauptsache auf folgende Punkte zurückführen.

a) Die sämmtlichen Sommermonate des Jahres 1824 zeichneten sich nicht sowohl durch viele trübe und regnerische Tage, als vielmehr durch starke Regen aus. Um dieses leichter zu übersehen, diene folgende Uebersicht der hiesigen Regenmengen in den Sommermonaten von 1819 bis 24 in pariser Zollen.

*) Ob ein zur Erreichung dieses Zweckes zwischen dem Herrn Professor Brandes in Breslau und mir unlängst verabredeter Plan künftig einmal ausgeführt wird, muſs bei mehr Muſse weiter überlegt werden. *M.*

	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept	Oct.	Nov.	Summa.
1819	0,50	0,88	4,00	2,50	2,25	0,25	4,50	2,50	17,38
1820	0,25	1,00	3,75	3,50	2,75	1,50	1,50	0,75	15,00
1821	1,50	2,50	1,75	4,00	2,75	2,25	0,88	1,50	17,13
1822	0,88	2,12	1,30	3,50	1,75	2,08	1,00	2,00	14,68
1823	1,25	3,25	2,00	4,25	1,58	1,75	1,62	2,00	17,70
1824	2,88	3,25	5,25	4,75	3,00	4,13	3,75	3,75	30,76

Die ungewöhnliche Regenmenge der Monate Juni, Juli, August und September war bei ohnehin geringerer Wärme, also minder starker Verdampfung Ursache, dafs alle Quellen sehr reichlich flossen, oder, wie man zu sagen pflegt, der Erdboden voll Wasser war, mithin jede Zugabe überfliessen musste. Einen auffallenden Beweis hiervon gaben die hiesigen Quellen, welche bei hoch heraufgehendem Granit nicht tief liegen. Anstatt nämlich, dafs sonst in den Monaten August, September und October ein grosser Wassermangel zu herrschen pflegt, liefen im vorigen Jahre alle Brunnen so reichlich, dafs die gewöhnlichen Klagen nicht Statt fanden, und jeder das Wasser im Ueberfluss verschwendete. *)

*) Man will während der Ueberschwemmung an verschiedenen Orten neu entstandene starke Quellen beobachtet haben, und sieht dieses als ein Argument an, dafs der Ursprung des vielen Wassers aus den Innern der Erde abzuleiten sey. Hier möchte ich

b) Ein wichtiger Umſtand iſt hauptſächlich der, daſs bei der ungewöhnlichen Kälte des Septembers und Octobers die Berge des Schwarzwaldes, die ſchwäbiſchen Alpen und die Vorgebirge der Schweiser- und Tyroleralpen mit tiefem Schnee bedeckt waren. Die Flüſſe waren daher in dieſen Monaten, ungeachtet des vielen Regens in den Ebenen, dennoch nicht angeſchwollen, der friſch gefallene, und daher leicht ſchmelzbare Schnee muſste alſo bei einfallendem Regenwetter durchaus Ueberſchwemmungen erzeugen, und ſeine allgemeine Verbreitung ebenfalls auch dieſe ſehr allgemein machen.

c) Dieſer noch obendrein warme Regen, durch ſüdliche, ſehr feuchte Luftſtrömungen veranlaſst, trat denn auch wirklich ein. Um dieſes beſſer überſehen zu können, mögen auch die höchſten Temperaturen vor, während und nach der Regenzeit hier Platz finden. Sie ſtehen unter den zugehörigen Tagen nach Reaumürſcher Skale:

October.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
	8,5.	8,5.	8,0.	8,0.	7,0.	7,0.	10,0.	10,0.	8,0.
– –	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
	13,0.	14,0.	11,5.	11,0.	9,0.	10,2.	9,0.	8,0.	5,2.
November.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
	6,0.	7,2.	8,8.	5,0.	5,0.	5,2.			

abermals ſagen: wie ſeltſam! Hat man denn den langen Streit über den Urſprung der Quellen und die endliche Entſcheidung ſo gänzlich vergeſſen, um es unbegreiflich zu finden, daſs nach lange anhaltendem Regen auch da Quellen entſtehen, wo vorher keine waren? Die Quellen ſollen ferner auf den Bergen entſtanden ſeyn. — Allein dort iſt ja eben der Urſprung der meiſten Flüſſe, und die perennirende Quelle des Brocken liegt ja nur 18 Fuſs unter der höchſten Spitze des Berges.

Nachher war auch der November ungewöhnlich warm, was mit den vielen, an verschiedenen Orten beobachteten Gewittern, und den heftigen Stürmen ohne Zweifel in Verbindung steht. Die hohe Temperatur vom 26sten October an war aber um so merkwürdiger, als der Himmel vorher sehr heiter war, später aber unaufhörlicher Regen herrschte.

d) So viel ich aus unvollständigen Nachrichten zusammensetzen kann, fing das Regenwetter mit warmen Südwinde und steten Gewittern am 20sten October diesseits der Schweitzeralpen, etwa in der Gegend von Zürich an, die schweren Wolken trennten sich in ihrem Zuge nach Norden bald nachher in zwei Hauptarme, deren einer sich erst westlich wandte, dann in nördlicher Richtung dem linken Ufer des Rheins folgte, der andere aber anfangs sich etwas östlich wandte, und als bei weitem der stärkste, sein Wasser über Baiern, hauptsächlich aber über Würtemberg und Baden ausschüttete. Freiburg im Breisgau wurde daher verschont. Ein Zweig des westlichen Zuges ging über den Rhein in derjenigen Richtung, welche die Gewitter hier gewöhnlich nehmen, vereinigte sich etwa in der Mitte zwischen Heidelberg und Darmstadt mit dem östlicher gehenden Zuge, und bildete am 26sten October in dieser Gegend ein bedeutendes Gewitter mit starkem Regen. Der östliche Zug hatte sich in den genannten Gegenden am stärksten entladen; die Reste desselben aber veranlasten die Ueberschwemmungen der Fulda und Leine; der westliche, seines Wassers weniger beraubte, ergoss sich über die Gegenden der Mosel, der Aar und des Niederrheins, weswegen die oberhalb hoch angeschwollenen Flüsse

dort noch höher wurden, und diesen ungewöhnlichen Wasserstand wegen gehemmten Abflusses so lange behielten.

e) Als etwas Specielles verdient noch folgender, den ganzen Procefs charakteristisch bezeichnender Umstand erwähnt zu werden. Es war am 29sten October Abends 11 Uhr 30′, als ich vor dem Schlafengehen nochmals den fast ganz bedeckten Himmel wie gewöhnlich durchmusterte. Es regnete zwar nicht, doch war der Himmel meistens bedeckt und durch die letzten Spuren des Mondscheins im ersten Viertel wenig erhellet. Da bemerkte ich über den Gebirgen des Odenwaldes in NO. oder genauer in einer Linie, welche mit einer von hier nach Darmstadt verlängerten etwa einen Azimuthalwinkel von 60° bildete, mitten zwischen den schwärzesten Wolken einen so hell leuchtenden Fleck, dafs ich bei den Nordschein-artigen Strahlungen abwechselnd mitunter die einzelnen Bäume der nächsten Berge unterscheiden konnte. Das Leuchten hörte während der etwa 45 Minuten lang fortgesetzten Beobachtung nie ganz auf, hatte aber nur periodisch die angegebene Stärke, und nie sah ich einen eigentlichen Blitz, obgleich ich bald die Erscheinung als elektrisch erkannte. Der helle Fleck wich sehr langsam nach Osten, und war eins der vielen Gewitter, welche namentlich die Ueberschwemmungen des Kocher und der Jaxt veranlafst haben.

f) Um endlich diese allgemeine Darstellung durch eine specielle Angabe noch anschaulicher zu machen, diene folgende Betrachtung. Es ergiebt sich aus den

mitgetheilten Angaben, dafs Heidelberg keineswegs im Striche der heftigsten Regen lag, und dennoch gab die Meſsung folgende Resultate. Die Regenmenge im Anfange Octobers war sehr unbedeutend. Nach dem am 26sten gegen Abend Statt gehabten, oben angegebenen Gewitter aber folgte in der Nacht ein heftiger Regen, und das Regenmaſs zeigte am 27sten Morgens 1 Z. Der Regen dauerte ununterbrochen fort, war des Nachts vorzüglich stark, und das Regenmaſs gab am 28sten Nachmittags 1,5 Zoll. Am 29sten war das Wetterleuchten, und am 30sten Abends wurden wieder 0,75 Zoll, am 31sten Abends aber noch 0,5 Z. gemessen, am 1sten November Mittags abermals 1 Z., worauf das Regnen nachlieſs, und erst am 12ten wieder 0,75 Z. gemessen wurden, welche indeſs gröſstentheils noch dem 2ten November angehören, indem nur noch am 5ten und 10ten kleine Regenschauer Statt fanden. Rechnen wir also die ganze Menge zusammen, so fiel hier vom 26sten October Abends bis zum 3ten November Morgens, also gerade in einer Woche (von dem am 12ten November gemessenen 0,5 genommen) im Ganzen 5,25 Z. Regen herab. Nehmen wir nun mit allerdings höchst schwankenden Bedingungen an, daſs die das Waſser zuletzt aufnehmenden gröſseren Flüſse den zehntausendsten Theil der Fläche der Länder betragen, durch welche sie flieſsen, daſs ferner ihr Bette doppelt so breit und ihre Geschwindigkeit doppelt so groſs wurde, setzen wir ferner 21 Tage für den Abfluſs des aus dem Regen im Ganzen gesammelten Waſsers, so muſste ihre Höhe hiernach um $\frac{5{,}25 \times 10000}{12 \times 2 \times 2 \times 21} = 52$ Fuſs zu-

nehmen, woraus hervorgeht, dass diese zwar auf sehr ungewissen, im Ganzen aber doch auf einigen genäherten Voraussetzungen beruhende Rechnung eine für die beobachteten Ueberschwemmungen genugsam ausreichende Wassermenge giebt, wobei auf die unläugbar grösseren Regenmengen anderer Gegenden und auf den schmelzenden Schnee gar nicht Rücksicht genommen ist.

II.

Ueber die ungewöhnliche Ueberſchwemmung zu Ende Octobers des vorigen Jahres und die dabei in verſchiedenen Gegenden Würtembergs gefallene Regenmenge;

von

Hrn. Prof. Schübler in Tübingen. *)

Die für viele Gegenden beiſpielloſe Ueberſchwemmung in den letzten Tagen des Octobers des vorigen Jahres, welche auch in mehreren Theilen Würtembergs, namentlich in den unteren Gegenden des Enz- und Neckarthales ſo groſse Verheerungen an-

*) Aus dem 3ten Hefte vom Correſpondenzblatte des landwirthſchaftlichen Vereins in Würtemberg; von dem Hrn. Verfaſſer gütigſt überſandt und mit mehreren ſchätzbaren Zuſätzen verſehen. Das ungemeine Aufſehen, welches die vorjährigen Ueberſchwemmungen in Süddeutſchland, namentlich bei dem Theile des Publikums erregten, der, entfernt von jenem Schauplatze des Unglücks wohnend, nicht im Stande war die abentheuerlichen Berichte unſerer Tagesblätter gehörig zu würdigen, veranlaſste mich, die geehrten Hrn. Verfaſſer dieſes und des vorgehenden Aufſatzes über die wahre Urſache jenes traurigen Ereigniſſes zu befragen. Ich glaube der unbefangene Theil des Publikums wird es mit mir dieſen einſichtsvollen Männern Dank wiſſen, eine Erſcheinung berichtigt zu haben, die, wenn ſie auch längſt aufgehört hat, Tagesneuig-

richtete, brachte hie und da auf die Vermuthung, ob nicht Erderschütterungen und dadurch veranlaſste Ausbrüche von unterirdischen Wäſsern diesen ungewöhnlichen Stand der Gewäſser bewirkt hätten *). Begünstigt schien diese Ansicht dadurch zu werden, daſs man an jenen Tagen in einigen Gegenden des Schwarzwalds und der Schweiz wirklich einige leichte Erderschütterungen verspürte und an mehreren Orten Quellen hervorbrachen, wo man solche zuvor nie bemerkt hatte. Auf letztere Erscheinung läſst sich jedoch nur wenig Gewicht legen, indem es nicht selten geschieht, daſs in ungewöhnlicher Menge in das Erdreich dringendes Regenwaſser in tiefern Gegenden wiederum hervorbricht, wenn auch diese Gegenden selbst noch bedeutend über Flüſsen erhöht liegen. Die sogenannten *Hungerbrunnen*, deren wir in Würtemberg mehrere besitzen, geben davon ein deutliches Beispiel; sie sind oft viele Jahre völlig trokken, und kommen in ungewöhnlich naſsen Jahren oft unerwartet in starkes Flieſsen. In der eben angeführten Schrift sind aus den Tagesblättern die Nachrichten über diese Ueberschwemmungen sehr vollständig zusammengestellt. Nach allen diesen Berichten erfolgte jedoch das Ausbrechen neuer Quel-

keit zu seyn, schon allein wegen ihrer groſsen Verbreitung auch bei denen im Andenken bleiben muſs, welche nicht von ihr bedroht wurden. P.

*) Siehe die Schrift: die groſsen Stürme und Ueberschwemmungen in Deutschland, England, Frankreich, Ruſsland und andern Ländern Europa's im Jahre 1824. Leipzig, bei Fleischer 1825.

len in keiner Gegend vor diesen Regengüssen, sondern vielmehr während dieser und nach diesen, so dass das Ausbrechen neuer Quellen erst durch den Regen selbst veranlasst werden konnte. Wenn hier und da klar fliessende neue Quellen ausbrachen, so widerspricht dieses dieser Annahme eben so wenig; indem es völlig von den verschiedenen Boden und Gebirgsarten abhängt, ob das in die Tiefe dringende Regenwasser, was an sich immer völlig klar ist, klar oder trüb aus dem Erdreich herausdringen soll. *)

Um der Ursache dieser Ueberschwemmung etwas näher zu kommen, stelle ich hier die sie in unsern Gegenden begleitenden Erscheinungen und namentlich die an jenen Tagen in verschiedenen Gegenden Würtembergs gefallene Regenmenge näher zusammen, indem nur messende Beobachtungen über die wirklich gefallene Regenmenge hierüber entscheiden können, welche ich in den bis jetzt mir zugekommenen, im Druck erschienenen, Nachrichten über diese Ueberschwemmung völlig vermisse. — Wie sehr blosse Schätzungen über die Menge des gefallenen Regens täuschen können, ergibt sich aus dem Folgenden; auch in unsern Gegenden hörte man hier und da die Aeusserung,

*) Die Wisbadener heissen Quellen erlitten während dieser Regen- und Ueberschwemmungsperiode, nach den Beobachtungen des Hrn. Medicinalrathes D. Büttmann durchaus keine Veränderung weder in quantitativer noch qualitativer Hinsicht, wohl aber die in jüngeren Gebirgsarten liegenden kohlensauren und gewöhnlichen Trinkquellen, deren Wassermenge sehr zunahm, wie dieses stets bei Vermehrung des Meteorwassers der Fall ist. (S. Archiv d. Naturlehre 1824. III. 356.)

es habe an jenen Tagen verhältnissmässig nicht viel geregnet.

Wir hatten im Verlauf des Monats Oktober häufig Regen und grösstentheils trübe Witterung, jedoch folgten auf einzelne Regentage gewöhnlich wieder trockne; erst gegen Ende des Monats trat ungewöhnlich nasse Witterung ein.

Den 26sten Abends mit Einbruch der Nacht brachen in mehreren Gegenden Gewitter aus, begleitet mit heftigem Sturm und Regen *). Auch den 27sten regnete es etwas, noch bemerkte man jedoch kein ungewöhnliches Steigen der Flüsse. Erst den 28sten Abends fing ungewöhnlich starkes Regenwetter an, welches in den meisten Gegenden mit wenig Unterbrechungen 36 Stunden bis zum 30sten Oktober Morgens gegen 2 Uhr fortdauerte und diese ungewöhnliche Ueberschwemmung veranlasste. Es fiel in diesen 36 Stunden folgende Regenmenge: **)

*) Die atmosphärische Elektricität hatte an diesem Abende eine ungewöhnliche Stärke. Ein Einwohner von Plattenhardt auf den Fildern ging Abends gegen 6 Uhr von Bernhausen, wo er einen Besuch gemacht hatte, nach Haus und verlor bei der grossen Dunkelheit jener Nacht den Weg; er irrte mit seiner Tochter mehrere Stunden lang umher und die Nacht war so dunkel, dass beide sich oft würden verloren haben, hätte nicht jeder die Haare des andern leuchtend gesehen. Die Bauern sagten in dieser Gegend, es regne Feuer vom Himmel und in der That konnte man beobachten, dass jeder einzelne Tropfen leuchtend war. Auch in Stuttgart bemerkte in jener Nacht ein genauer Beobachter auf dem frisch gefallenen Regenwasser ein schwaches phosphorisches Leuchten.

**) Die Beobachtungen in *Freudenstadt*, *Wangen*, *Hohenheim*, *Stuttgart*, *Genkingen* und *Giengen* hatten Hr. Oberamtsarzt

	auf 1 Pariser Qu. Schuh.	oder die Höhe des Regens betrug
In Freudenstadt auf dem Schwarzwald	1044 Cubikz.	7,2 Zoll.
In Wangen im Neckarthal .	804 —	5,5 —
In Hohenheim auf den Fildern	684 —	4,7 —
In Stuttgart	663 —	4,6 —
In Genkingen auf der Alp .	500 —	3,4 —
In Tübingen im Neckarthal .	480 —	3,3 —
In Giengen am südöstlichen Abhang der Alp	477 —	3,3 —
Mittel	664 —	4,6 —

Es fielen daher im Mittel auf die Fläche von einem Quad. Schuh 664 oder etwas über $\frac{1}{3}$ Cubikschuh (näher 0,384 Cubikschuhe) Regenwasser; eine Wassermenge, die ich in so kurzer Zeit bei einem Landregen in unsern Gegenden noch nie beobachtete. *)

Dr. v. Launer, Hr. Pfarrer Rösch, Hr. Prof. Riecke, Hr. Prof. Plieninger, Hr. Pfarrer Klemm und Hr. Stadtpfarrer Binder an den entsprechenden Orten anzustellen die Gefälligkeit.

*) In *Regensburg* fiel nach den Beobachtungen von Hrn. Prof. Heinrich vom 29sten bis zum 30sten October früh 20 Linien oder 1,66 Zoll hoch Regen. Die Regenmenge daselbst während des ganzen Octobers betrug 4 Zoll 5 Linien oder das Dreifache von der, welche gewöhnlich im October fällt. Im Neckarthale bei *Tübingen* betrug die Regenmenge für den ganzen Monat October 4 Zoll 11 Linien; zu *Genkingen* auf der würtembergischen Alp, 5 Zoll 8 Linien; zu *Freudenstadt* auf dem Schwarzwald selbst, 11 Zoll 5 Linien. In *Genf* fielen vom 27sten bis 30sten October nur 8,3 Linien; während des ganzen Octobers aber 4 Zoll 7,3 Linien Regenwasser.

Der Neckar stieg während dieses Regens den 29sten Oktober schnell und erreichte in den mittlern Neckargegenden in der Nacht vom 29sten auf den 30sten seine gröſste Höhe. Er stieg

bei Tübingen $13\frac{1}{2}$ Schuhe,
bei Eſslingen 15 —
bei Heilbronn $12\frac{1}{2}$ —
bei Mannheim 12 —

über seine gewöhnliche Wasserfläche. Er erreichte bei Tübingen eine Breite von 480 bis 520, bei Eſslingen eine Breite von 1100 bis 1200 Schritten (den Schritt zu $2\frac{1}{2}$ Schuh gerechnet).

Eine ähnliche Gröſse erreichte der Neckar in dem ganzen untern Neckarthale, seine Breite war mehr oder weniger groſs, je nachdem das Thal selbst durch Bergketten mehr oder weniger eingeengt ist; bei Wimpfen soll er so selbst eine Höhe von 33 Schuh erreicht haben.

Noch bedeutender war im Allgemeinen das Steigen der *Enz* über ihr mittleres Niveau. In Vaihingen strömte dieser Fluſs sogar 12 bis 14 Schuh hoch durch die Strassen und im Wildbad riſs er selbst in der Stadt einige Brücken und Häuser weg; die in die *Enz* sich ergieſsende *Nagold* erreichte ähnliche Höhen, beide Flüsse stiegen an den meisten Orten 18 Schuh über ihren gewöhnlichen Stand.

In benachbarten Gegenden scheinen die Flüsse etwas geringere Höhen erreicht zu haben.

Im Groſsherzogthum Baden stieg der Rhein 12—13 Schuhe über sein mittleres Niveau, der *Lech* bei Augsburg $10\frac{1}{2}$ Schuhe, die *Brenz* bei Gingen 8—9 Schuhe, die *Ammer* bei Tübingen $9\frac{1}{2}$ Schuhe.

In andern entferntern Gegenden war das Steigen aber wieder bedeutender; so stieg die Donau bei Regensburg 17 bairische Schuhe über den mittlern Stand, der *Inn* bei Passau 25⅜ Schuhe über seinen niedrigsten Stand, der Rhein bei Gernsheim in Hessen erreichte die Höhe von 22 Schuhen.

Die Höhe der Wasser im mittlern Neckarthale verminderte sich den 30sten von Stunde zu Stunde, nachdem es mehrere Stunden zu regnen aufgehört hatte; sie stieg jedoch den 2ten November aufs Neue, nachdem es den 1sten November wiederum anhaltend stark geregnet hatte, und es fielen in diesen ersten Tagen Novembers an mehreren der oben erwähnten Orte wieder 250 bis 300 Cubikzolle auf einen Quadrat-Schuh.

Die Regenmenge war nach diesen Beobachtungen vorzüglich groſs im Schwarzwald und nächst diesem im mittlern Neckarthale, während auch nach allen Nachrichten vorzüglich die Gegenden des untern Enz- und Neckarthales durch diese Ueberschwemmung am meisten litten. — Das Steigen und Fallen der Flüsse stand daher in unsern Gegenden mit der Menge des fallenden Regens in deutlicher Beziehung, ohne daſs wir anzunehmen nöthig haben, daſs uns diese Wässer durch Erderschütterungen zugeführt oder zum Ausbruch veranlaſst worden seyen; scheinen diese ungewöhnlichen Regengüsse selbst erst hier und da Gebirgsrisse und dadurch auch lokale Erderschütterungen veranlaſst zu haben, wie sich auch als Folge dieses Regenwetters ein solcher Erdrutsch (Erdschlipf) am Abhang der Achalm bei Reutlingen ereignete.

Es könnte die Frage entstehen, warum nicht nach Gewittern, wo die Regenmenge zuweilen eben so bedeutend ist, nicht häufiger ähnliche Ueberschwemmungen erfolgen, welches sich jedoch hinreichend erklären läfst. Gewöhnlich ist bei Gewittern das Erdreich selbst noch viel Wasser aufzunehmen im Stande, und häufig ziehen diese Gewitterregen, die übrigens lokal oft sehr grofse Verheerungen anrichten, nur strichweise über einzelne Gegenden, ohne in allgemeinere Landregen überzugehen, wie es nach allen Nachrichten bei diesem 36stündigen Regen der Fall war.

Berechnen wir nach den oben angeführten Beobachtungen noch etwas näher die Regenmenge, welche an jenen Tagen in unsern Gegenden in dieser kurzen Zeit fiel, so ergiebt sich Folgendes: Es fielen nach dem Mittel der 7 Beobachtungspunkte auf die Fläche von einem Pariser Quad. Schuh 0,384 Cubikschuhe Regenwasser, eine geographische Quadratmeile enthält $(22,840)^2$ oder 521665600 Quadratschuh, und es fielen daher auf jede Quadratmeile 200 Millionen 219590 Cubikschuhe oder 926947 Cubikklafter Regenwasser (1 Cubikklafter = 216 Cubikschuh) und da sich dieser Regen wenigstens auf 100 Qu. Meilen des Flufsgebiets des Neckars verbreitet zu haben scheint, so erhalten wir damit eine Wassermasse von 92 Millionen Cubikklaftern, welche an jenen Tagen den untern Neckargenden zuströmten.

Die Gröfse des Neckars an jenen Tagen entspricht auch ungefähr dieser Wassermenge: Ein fliefsendes Wasser besitze eine mittlere Geschwindigkeit von 6 Schuhen in einer Sekunde, wie dieses bei Flüssen oft

der Fall ist *), eine Tiefe von 12 Schuhen und eine Breite von 2000 Schuhen; so beträgt die in jeder Sekunde vorüberfliessende Wassermenge 6. 12. 2000 oder 144,000 Cubikschuhe, welches in 36 Stunden 86 Millionen und 448,610 Cubikklafter beträgt, während nach obigen Beobachtungen in 36 Stunden 92 Millionen Cubikklafter auf eine Fläche von 100 Quad. Meilen des Neckargebiets fielen. Da sich ein Theil des gefallenen Regenwassers immer wieder durch die Verdunstung verflüchtigt, wenn auch das Erdreich nichts mehr aufzunehmen im Stande seyn sollte; so läſst sich Beides gut vereinigen. In dem Neckarthale bei Tübingen beträgt die Menge des in 24 Stunden fallenden Regens während der Sommermonate gewöhnlich 3—4 Linien, in den Wintergegenden dagegen nur 1½ bis 2 Linien. Uebersteigt bei Landregen die in Zeit von 24 Stunden fallende Regenmenge dieses Mittel bedeutend, so tritt der Neckar aus seinen Ufern. Im Jahre 1824 war dieses 5mal der Fall, am 3ten Jan., 2ten Mai, 22sten Mai, 29sten October und 2ten November. Die Regenmenge, auf welche dieses Austreten erfolgte, betrug an den zunächst vorhergehenden Tagen bei Tübingen auf die Fläche von einem Quadratschuh:

am	1. u. 2. Jan.	; 105 p. Kub. Zoll	oder	8,7 Linien	Höhe.	
-	20. - 21. Mai.	: 264 - - -	-	1 Zoll	10 Lin.	-
-	2. - 23. -	: 200 - - -	-	1 -	4,6 -	-
-	28. - 29. Oct.	: 480 - - -	-	3 -	4,0 -	-
-	1. - 2. Nov.	; 192 - - -	-	1 -	4,0 -	-

*) Der Neckar bei Tübingen legt bei mittlerem Wasserstand in der Strombahn nach dem Mittel einiger Versuche in jeder Mi-

Die Regenmenge, welche zu Ende Octobers das ungewöhnlich ſtarke Austreten unſerer Flüſſe zur Folge hatte, übertraf daher um mehr als das Doppelte die Regenmenge, welche hinreichend iſt, ein gewöhnliches Austreten unſerer Flüſſe zu veranlaſſen. Hierzu kam noch aufs Neue die in den erſten Tagen des Novembers fallende, bedeutende Regenmenge. Aus beiden erklärt ſich der lang andauernde höhere Stand des Neckars und des Rheins ſehr genügend, und zeigt, wie wenig begründet die Anſicht iſt, daſs dieſe ungewöhnliche Ueberſchwemmung durch den Ausbruch unterirdiſcher Waſſer veranlaſst worden ſey.

nute 383 würtemb. oder 336 pariſ. Schuhe zurück, ſeine mittlere Geſchwindigkeit beträgt daher in jeder Sekunde 6,3 würtemb. oder 5,6 pariſ. Schuhe.

III.

Ueber das Herabſtürzen eines Moraſtes in Yorkshire *).

Ungemeines Aufſehen ward in *Leeds* und deſſen Nachbarſchaft durch das Hervorbrechen eines Moraſtes zu *Crowhill* an den Grānzen von *Lancashire* erregt, deſſen ſchlammige Maſſe ſich zu groſser Beſchwerde der Manufakturbeſitzer in den Aireſluſs ergoſs. Am Freitage den 3 Sept. 1824 war das Waſſer des ſtark angeſchwollenen Fluſſes von einer ungewöhnlich dunkeln Farbe, und dieſe nahm im Laufe des Tages ſo ſehr zu, daſs die Fabrikarbeiter es zu jedem Behufe untauglich fanden; am Sonnabend war dieſes noch ärger. Das Waſſer, in ein Glas gegoſſen, ſchien faſt ſo ſchwarz wie Dinte und ſetzte eine vegetabiliſche Torf ähnliche Maſſe in bedeutender Menge ab. Der Zuſtand des Fluſſes hatte die Folge, daſs man durchaus alle Arbeiten in den Wollenmanufakturen einſtellen muſste, und als ſich dieſer am Montag noch nicht gebeſſert hatte, war man allgemein in Sorge, daſs er von längerer Dauer ſeyn würde. Am Sonntage erhielt man von Hrn. Bronte, einem Geiſtlichen, der in Haworth wohnt, einen Brief, welcher einigermaſsen Aufſchluſs über dieſe ungewöhnliche Erſcheinung gab. Durch dieſen ward man nämlich benachrichtigt, daſs ſich am Donnerſtage um 6 Uhr die Hochlande an den

*) Nach d. Philoſoph. Mag. No. 317 p. 229.

Mooren, ungefähr 4 Miles von *Haworth* in Klüften geöffnet hätten, und durch diese zwei ungeheure Massen morastigen Wassers ausgeflossen wären, die das Thal überschwemmten und vielen Schaden anrichteten. Der Schreiber schloss mit der Meinung „dass dieser Vorgang die Wirkung eines Erdbebens sey und zwar, wie es derselbe beweise, eines der heftigsten, was seit mehreren Generationen im Königreiche Statt gefunden habe.“

Diese Nachricht, welche weit umher lief, erhöhte eher die allgemeine Besorgniss, als dass sie dieselbe verminderte, denn man setzte überall voraus, dass unterirdische, seit Jahrhunderten angefüllte Behälter sich geöffnet hätten und nun auf eine Periode von unbestimmter Dauer ihr trübes Wasser in den Aire ergiessen möchten. Die Bevollmächtigten der Wasserwerke zu Leeds ersahen, dass das Wasser zu keinem häuslichen Gebrauch weiter angewandt werden konnte, und benachrichtigten daher die Einwohner durch gedruckte Circulare, dass sie wegen der völligen Unbrauchbarkeit des Wassers die Vertheilung desselben einstellen müssten. Unter diesen Umständen hielt man es fürs Gerathenste am Orte selbst Erkundigungen einzuholen und neue Beobachtungen anzustellen, um so den wirklichen Vorgang der Sache zu erfahren. Nachstehendes sind die Resultate dieser Untersuchung:

Crow-hill, der Schauplatz dieser ungewöhnlichen Erscheinung, liegt ungefähr 9 Miles von *Keighley* und 6 von *Colne*, in einer Erhebung von ungefähr 1000 Fuss über dem ersteren Orte. Die Oberfläche des Moores, welche nahe wagrecht liegt, ist mit einer schwachen Decke von Torf und andern Anhäufungen

vermoderter Pflanzen bedeckt; sie scheint ganz mit Wasser durchdrungen zu seyn und zittert an einigen Stellen unter den Tritten des Fusses. Am Ostende des Moores rieselt das überflüssige Wasser in kleinen Bächen auf dem Boden einer tiefen Schlucht, über einen steilen Abhang von Felsen, welcher das Ansehen gigantischer Treppenstufen besitzt, und gelangt so in das Thal von Keighley, wo es ungefähr eine Mile unterhalb *Stockbridge* sich in den Aire ergiesst.

Ungefähr 500 Yards von dem obern Ende der Schlucht scheint die hauptsächlichste Entladung Statt gefunden zu haben. Eine weite Fläche von ungefähr 1200 Yards im Umfang war hier bis zu einer Tiefe von 4 und 6 Yards ausgehöhlt, und in einer kurzen Entfernung davon befand sich eine zweite, jedoch nicht so beträchtliche Aushöhlung. Beide wurden nicht nur ihres Wassers, sondern auch ihrer festen Ausfüllung beraubt. Ein Kanal von ungefähr 12 Yards Breite und 7 oder 8 Yards Tiefe hatte sich bis zur Mündung der Schlucht gebildet, und stürzte in diese eine erstaunliche Menge Erde und Wasser mit einer Heftigkeit und einem Getöse hinab, von dem man sich schwerlich einen angemessenen Begriff machen kann; es ward bis zu einer beträchtlichen Entfernung gehört. Felsblöcke von ungeheurer Grösse wurden durch den Strom mehr als eine Mile weit fortgerissen. Es ist unmöglich irgend einen Ueberschlag von der Erdmasse zu machen, welche in das Thal hinab geschwemmt ward; dass sie aber erstaunlich gross seyn musste, bezeugt die ausserordentliche Menge derselben, welche der Strom auf der ganzen Länge seines Weges absetzte und von der unser Airefluss bis jetzt noch bedeutende Mengen enthält. Dieser zerstö-

rende Strom ward durch die hohen Ufer der Felsenkluft in engen Gränzen gehalten, und floss durch diese bis zum Dorfe *Ponden*, wo er sich über mehrere Kornfelder ausdehnte und diese einige Fuss hoch bedeckte, den Mühlenteich ausfüllte, den Lauf des Wassers verstopfte und dadurch einen gänzlichen Stillstand aller Werke veranlasste. Eine steinerne Brücke ward an diesem Orte fast weggeschwemmt und mehrere andere Brücken im Laufe des Stromes bedeutend beschädigt; glücklicherweise ist indess Keiner dabei umgekommen. Eine Person, welche den Strom aus der Schlucht herunterkommen sah, ehe er das Dorf berührte, machte Lärmen und erhielt dadurch einige Kinder am Leben, welche sonst unfehlbar weggeschwemmt seyn würden. Der Strom stellte zu dieser Zeit einen Wall von 7 Fuss Höhe dar. Der Lauf und die Grösse dieser Schlammüberschwemmung ist auf ihrer ganzen Ausdehnung von dem Berge bis zur Vereinigung des Baches mit dem Aire, sehr genau durch den schwarzen Niederschlag bezeichnet, welchen sie auf ihren Ufern absetzte. Das erste Zerbersten des Moores fand am Donnerstage den 2. Septemb. Abends um 6 Uhr Statt; eine viel beträchtlichere Entladung ereignete sich jedoch am folgenden Morgen um 8 Uhr, und es ist wahrscheinlich, dass sich später von Zeit zu Zeit ähnliche beträchtliche Theile des Moores auf gleiche Weise in den Aire ergossen.

Das Wasser, was am Dienstage, dem Tage, wo wir *Crow-hill* besuchten, aus dem Sumpfe floss, war an Menge unbedeutend und nur schwach gefärbt. Am Mittwoch hatte sich das Ansehen des Stromes in Leeds sehr gebessert und es stand zu hoffen, dass der starke

Regen, welcher an diesem Tage fiel, sein Bette völlig reinigen würde; das trübe Ansehen des Wassers am Donnerstage Morgen machte es uns jedoch sehr wahrscheinlich, daſs eine abermalige und sehr beträchtliche Entladung zu Crowhill Statt gefunden habe. Der Hr. Bronte, dessen Güte wir die erste Belehrung über diesen Gegenstand verdankten, meint zwar, daſs diese Entladung des Moores die Wirkung eines Erdbebens sey, aber diese Annahme wird durch keinen Umstand unterstützt. Es fand keine Eruption vom Wasser aus dem Innern der Erde Statt und die Felsschichten schienen, so weit man sie beobachten konnte, nicht gestört worden zu seyn; auch waren die Quellen in der Nachbarschaft auf keine Weise beunruhigt. Wir bemerken ferner, daſs das Einsinken der Erde an der Oberfläche die Folge und nicht die Ursache des Sumpfdurchbruchs war. Da keine Person am Orte als Zeuge des Anfangs dieser traurigen Begebenheit zugegen war, so können wir natürlicher Weise nicht mit völliger Gewiſsheit die Ursache ihres Entstehens angeben; die wahrscheinlichste ist aber das Zerplatzen einer Wasserhose (water-spout). Das Plötzliche und Heftige der Ergieſsung begünstigen diese Annahme ungemein. Es ist offenbar eine gewaltige Kraft erforderlich um so ungeheure und beinahe feste Massen von Torf und Erdreich, als den Berg hinabgestürzt wurden, zu bewegen und in Stücke zu brechen, abgerechnet die ungeheuern Steine, welche mit fortgeführt wurden. Der Zustand der Atmosphäre zur Zeit jener Entladung macht diese Erklärung ebenfalls sehr wahrscheinlich, denn die Luft war sehr mit Elektricität angeschwängert. „Zur Zeit des Ausbruchs," sagt

Hr. Bronte, „erſchienen die Wolken kupferfarbig, dunkel und herunterhängend, und die Luft war ſehr elektriſch und beklommen. Dieſen Anzeigen folgte wie gewöhnlich ein heftiger Gewitterſturm und es iſt mehr als wahrſcheinlich, daſs ſich während deſſelben eine ſchwer beladene Wolke über jenem Moor entlud. Wir können zur weitern Stütze dieſer Hypotheſe hinzufügen, daſs dem Anſcheine nach mehr Waſſer in der Schlucht heruntergeſtürzt iſt, als von dem Inhalte der beiden Höhlungen auf dem Moore geliefert werden konnten. Eine wichtigere Frage iſt es indeſs: was läſst ſich thun um einen abermaligen Ausbruch dieſer Art zu verhindern? Dieſs iſt eine ſchwierige Frage. Indeſs würde ohne Zweifel die Austrocknung des Sumpfes die Gefahr entfernen, da man kein Beiſpiel hat, daſs ein ausgetrockneter Sumpf geborſten oder weggefloſſen wäre. Wahrſcheinlich geben die jetzt gemachten Kanäle, wenn ſie offengehalten werden, dem torfigen Boden die erforderliche Feſtigkeit. Dieſe Ueberſchwemmung von dem Sumpfwaſſer war den Fiſchen ſehr nachtheilig; ſie wurden durch daſſelbe in groſser Menge vergiftet oder vielmehr erſtickt.

Das Wegſchwemmen eines Theils des Chatmoores im 16. Jahrhundert und der Moore von Solway und Pilling in den Jahren 1772 und 1744 bis 45, hat einige entfernte Aehnlichkeit mit dieſer Erſcheinung." Den analogſten Fall liefert aber die mächtige Entladung vom Pendle-hill herab, in der benachbarten Grafſchaft Lancaster, von welcher Camden ſagt: „dieſer Hügel iſt ſehr merkwürdig durch den Schaden, welchen er neulich (ums Jahr 1580) der unteren Gegend durch Herabſturz einer groſsen

Menge Wassers zufügte"; auch beschreibt Charles Towneley in einem Briefe an Richard Towneley, vom Jahre 1669, einen mächtigen Strom, welcher am 18. August desselben Jahres „von dem stumpfen Gipfel des Pendle herabstürzte" als einen Wasserwall, von der Höhe einer Yard, der in den Häusern des Dorfes Wooston, 2 Miles vom Orte der Ergiessung, das Hausgeräthe wegschwemmte.

Seitdem wir dieses schrieben, erhielten wir einen Brief von unserem Correspondenten in Golne, datirt vom 9. September, welcher unsere Vermuthung hinsichtlich einer abermaligen beträchtlichen Ergiessung des Moores zu Crowhill bestätigte. Er sagt nämlich, dass am vorhergehenden Tage eine grosse Menge Regen in der Nachbarschaft niederfiel, und dass das Wasser sehr heftig aus dem Moore floss.

Am Donnerstage ereigneten sich nicht weniger als 4 Ergüsse. Eine Person, welche Zeuge der letzten war, beschreibt sie folgendermassen: Um 7 Uhr Abends fing die Erscheinung an bemerkbar zu werden. Als ich mich dem, durch den letzten Erguss gemachten, Kanal näherte, der jetzt ¼ Mile Länge besass, wurden ich und meine Freunde eine gewaltige Torfmasse gewahr, die von dem ihr nachfolgenden Wasser in Bewegung gesetzt ward. Bald kam die Masse zur Ruhe, und beharrte in dieser ungefähr 10 Minuten. Nach und nach kam sie abermals in Bewegung, und glitt allmählig in den Kanal hinab, während dessen immer frischer Zuwachs von Schlamm und Torf anlangte, bis zuletzt die ganze Aushöhlung mit einer erstaunlichen Menge dieser theils ruhenden, theils

sich bewegenden Massen angefüllt war. Als diese am Ende den Rand des Abgrundes erreicht hatten, stürzten sie über die Abhänge mit einem fürchterlichen Getöse, welches man deutlich auf 4 Miles in der Runde hören konnte. Wie lange der Strom sich zu ergiessen fortfuhr, konnte unser Freund nicht sagen, aber er hörte ihn noch eine Stunde hernach, nachdem er die Gegend verlassen hatte, und vernahm dabei oft ein Geräusch wie das eines Körpers, der von einer grossen Höhe in die Tiefe geworfen wird. Er glaubte, dass sich durch diesen Erguss eine Torfmasse von einer Mile in Umfang abgetrennt hatte, und dass diese ungeheure Masse eher fortgeführt ward, als der Erguss von Crowhill gänzlich aufhörte. Das Wasser im Airefluss zu *Leeds* war gestern Abend so trübe, als es nur immer zu irgend einer Zeit, während dieser Ergüsse gewesen war.

IV.

Ueber die Scheidung der Titansäure vom Eisenoxyde;

von

Heinrich Rose.

In einer Abhandlung, die ich vor längerer Zeit bekannt machte *), suchte ich zu zeigen, daſs manche Glimmerarten etwas mehr als 1 Procent Titansäure enthalten könnten, ein Resultat, das Vauquelin bestätigte **), obgleich er sich einer anderen Methode als ich mich bediente. In einer gegen Ende des vorigen Jahres erschienenen Abhandlung ***) sucht hingegen Herr Peschier gegen Vauquelin zu beweisen, daſs seine frühere Behauptung, daſs die Glimmerarten einen sehr bedeutenden Gehalt an Titansäure enthalten (der schwarze Glimmer aus Sibirien z. B. 21 Procent) die richtige sey. Jeder indessen, der sich mit analytischer Chemie beschäftigt hat, muſs durch die Abhandlung des Herrn Peschier überzeugt werden, daſs die Methoden, die er angewandt hat, um Titansäure von anderen Substanzen zu trennen und quantitativ zu bestimmen, im Widerspruche stehen mit den Methoden, die wir einer langen Erfah-

*) Poggendorffs Annalen der Physik u. Chem. T. I. p. 75.

**) Annales de Chimie T. XXVII. p. 67.

***) Annales de Chimie T. XXVII. p. 281.

rung und ausgezeichneten Chemikern verdanken, und daſs ſie deshalb keine befriedigenden Reſultate geben können. Aus dieſem Grunde halte ich es nicht für nöthig, mich mit einer Widerlegung der Behauptung des Herrn Peſchier zu beſchäftigen. Dagegen werde ich hier eine Methode angeben, durch die man Eiſenoxyd von der Titanſäure, wenn beide in Salzſäure aufgelöſt ſind, vollkommen von einander trennen kann. Bei der Unterſuchung der Glimmerarten, die ich auf Titanſäure prüfte, konnte ich dieſe noch nicht frei von Eiſenoxyd abſcheiden, und in der That erreichen auch alle Vorſchriften, Titanſäure von Eiſenoxyd quantitativ zu trennen, nur höchſt unvollkommen ihren Zweck.

Sind Titanſäure und Eiſenoxyd in Salzſäure aufgelöſt, und man miſcht eine hinreichende Menge Weinſteinſäure zu der Auflöſung, ſo kann man, nachdem die Auflöſung mit Waſſer verdünnt worden, einen groſsen Ueberſchuſs von kauſtiſchem Ammoniak hinzuſetzen, ohne eine Spur von Eiſenoxyd und Titanſäure zu fällen. Setzt man nun zu der ammoniakaliſchen Auflöſung Schwefelwaſſerſtoff-Ammoniak, das auf Titanſäure gar nicht wirkt, ſo verwandelt ſich alles Eiſenoxyd in Schwefeleiſen, und wird ausgeſchieden. Dieſes wird nun ſorgfältig mit Waſſer, das mit einigen Tropfen Schwefelwaſſerſtoff-Ammoniak vermiſcht iſt, ausgeſüſst, bis der Niederſchlag nichts von weinſteinſauren Salzen mehr enthält; darauf in Salzſäure aufgelöſt, die Auflöſung erwärmt um das Schwefelwaſſerſtoffgas zu verjagen; darauf mit Salpeterſäure vollkommen oxydirt, und endlich mit Ammoniak niedergeſchlagen. — Aus der

vom Schwefeleisen abfiltrirten Flüssigkeit, wenn sie nichts von feuerfesten Bestandtheilen enthält, kann man die Titansäure scheiden, wenn man jene bis zur vollkommnen Trockne abdunstet, ohne den sich ausscheidenden Schwefel abzusondern, und die trockne Salzmasse beim Zutritt der Luft so lange glüht, bis alle flüchtigen Salze verjagt sind, und die Kohle der Weinsteinsäure vollständig verbrannt worden ist. Diess geschieht am besten, wenn man die Salzmasse in eine kleine gewogene Schale von Platin legt, und diese in die Muffel eines Probierofens stellt. In dieser bleibt, wenn die Substanzen, die man zur Analyse angewendet hat, rein gewesen sind, nur reine Titansäure zurück.

Ich halte diese Methode auch für vortheilhaft, um sich reine Titansäure aus den Fossilien zu verschaffen, die aus Eisenoxydul und Titansäure bestehen, und die sich im fein gepulverten Zustande durch concentrirte Salzsäure auflösen lassen. Da dann das sorgfältige Aussüssen des Schwefeleisens nicht nothwendig ist, so kenne ich auch in diesem Falle keinen Weg, der kürzer zum Ziele führte.

Aus der Auflösung der Titansäure, wenn sie Weinsteinsäure enthält, sie mag nun sauer oder ammoniakalisch seyn, zeigen weder die Alkalien die Gegenwart der Titansäure, noch kann diese durch Kochen daraus gefällt werden. Ist die Auflösung sauer, so giebt Galläpfeltinktur einen oraniengelben Niederschlag; die überstehende Flüssigkeit bleibt noch stark gefärbt; ist sie ammoniakalisch, so ist der Niederschlag schmuzig dunkelgrün, und setzt sich erst nach sehr langer Zeit vollständig ab; aber auch in diesem Falle

ist die Flüssigkeit gefärbt, wiewohl weit weniger als im ersten Falle, so dass durch Gallapfeltinktur die Titansäure aus der ammoniakalischen Flüssigkeit nicht vollständig gefällt werden kann. Doch glaube ich, dass man sich dadurch aus dem Rutile eine reine Titansäure verschaffen kann, nachdem er mit kohlensaurem Alkali geschmolzen worden, die geschmolzene Masse in Salzsäure aufgelöst, und das Eisen auf die oben angeführte Art abgeschieden worden ist. Blutlaugensalz giebt in der sauren Auflösung einen Niederschlag, der in der Farbe sehr viel Aehnlichkeit mit dem hat, der durch Gallapfeltinktur in der ammoniakalischen hervorgebracht wird.

Ich suchte die beschriebene Methode Titansäure vom Eisenoxyd zu trennen, zuerst anzuwenden, um den Gehalt des Eisenoxyds in *dem Rutile von St. Yrieux* zu bestimmen, der nach Herrn Peschier ein titansaures Eisenoxyd seyn soll *). Ich schmolz zwei geschlämmte Krystalle von sehr dunkelbrauner Farbe mit kohlensaurem Natron. Die geschmolzene Masse hatte keine grünliche Farbe, ein Beweis, dass gerade diese Krystalle kein Manganoxyd enthielten, was oft der Fall ist. Sie wurde in Salzsäure aufgelöst, die Auflösung wurde mit vielem Wasser verdünnt, Weinsteinsäure in hinreichender Menge hinzugesetzt, und darauf ammoniakalisch gemacht. Durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak wurde nun der Eisengehalt niedergeschlagen, und aus dem erhaltenen Schwefeleisen durch die oben angeführte Behandlung das Eisenoxyd erhalten. Aus 3,334 Gr. Rutil erhielt ich

*) Bibliothèque universelle Mai 1824. p. 43.

0,051 Gr. Eisenoxyd oder 1,53 Procent. Hr. Peschier hingegen fand den Rutil von St. Yrieux zusammengesetzt aus:

Eisenoxyd	27,5
Titansäure	71,3
Manganoxyd	1,2
Schwefel	eine Spur
	100,00

Ich habe auf diese Weise das von Wollaston in Eisenschlacken entdeckte regulinische Titan nicht untersucht, obgleich Herr Peschier auch in diesem einen grofsen Eisengehalt annimmt, und es ein titanigsaures Eisenoxyd nennt, — weil es Wollaston ist, der es entdeckt und untersucht hat.

Dagegen habe ich diese Methode angewandt, um die in der Natur vorkommenden Verbindungen von Eisenoxydul und Titansäure zu analysiren. Es giebt bekanntlich viele derselben, und sie sind unter den Namen Menakanit, Titaneisen, Crightonit, Titaneisensand, Iserin bekannt. Von allen diesen glaubte ich, dafs nur der Iserin und das Titaneisen von Egersund in Norwegen sich zu einer quantitativen Analyse eigneten, da das Titaneisen im Titaneisensand nicht von Magneteisensteinkörnern zu unterscheiden ist. Der Crightonit ist zu selten, um sich eine zur Analyse hinreichende Quantität zu verschaffen.

I. *Iserin.* Zur Analyse wählte ich nicht mehrere einzelne Körner, da ich nicht wissen konnte, ob sie alle eine gleiche Zusammensetzung hätten, und da ich bei einer früheren Analyse von sehr kleinen Iserinkörnern einen Chromgehalt gefunden hatte, der nur

von Chromeisensteinkörnern herrühren konnte, weil ich nachher nicht wieder Chrom gefunden habe. Ich erhielt durch die Güte des Herrn Prof. Weiss zwei sehr grosse Körner Iserin von der Iserwiese im Riesengebirge, von denen jeder beinahe 1 Gramme wog, die ich zu zwei Analysen benutzte. Das eine war sehr magnetisch, das andere weit weniger.

0,828 Grm. des geschlämmten Pulvers von dem sehr magnetischen Korne hinterliessen mit concentrirter Salzsäure bei sehr gelinder Wärme digerirt 0,015 Gr. eines schmuzig weissen Pulvers als Rückstand, von dem sich die Flüssigkeit sehr gut abfiltriren liess, ohne dass das Pulver durch die Poren des Filtrums ging. Vor dem Löthrohre zeigte es sich nur als Titansäure. Die abfiltrirte Flüssigkeit auf die oben angeführte Weise behandelt, gab 0,466 Eisenoxyd, die 0,413 Eisenoxydul entsprechen. Die Titansäure wurde erhalten, indem ich die vom Schwefeleisen abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne verdampfte und die trockne Salzmasse unter der Muffel auf einer kleinen gewogenen Platinschale glühte. Ich erhielt 0,428 Titansäure, also mit dem Rückstande 0,443 Gr. Das entspricht 49,88 p. C. Eisenoxydul und 53,50 Titansäure. Die Analyse gab also 3,38 Proc. zu viel. Dieser Ueberschuss rührte nur davon her, dass die angewandte Weinsteinsäure nicht vollkommen frei von festen Bestandtheilen war. Da indessen der Gehalt an Eisenoxydul mit Genauigkeit bestimmt worden war, so konnte das, was an der angewandten Menge fehlte, nur Titansäure seyn; und die Zusammensetzung des Iserin ist daher:

49,88	Eisenoxydul
50,12	Titansäure.

49,88 Th. Eisenoxydul enthalten 11,36 Th. Sauerstoff, und 50,12 Th. Titansäure 17,02. Die Sauerstoffmengen verhalten sich also genau wie 1 : 1½, und die Zusammensetzung könnte durch die Formel $4\dot{\dot{F}} + 3\dot{\dot{\dot{Ti}}}$ ausgedrückt werden. Nach Berzelius enthalten indess fast alle Mineralien, die ihre schwarze Farbe dem Eisen zu verdanken haben, neben dem Oxydul auch Oxyd. Die von mir für den Iserin gegebene Formel wird daher wohl eine Veränderung erleiden, wenn einmal auch Eisenoxyd in demselben gefunden werden sollte.

Das geschlämmte Pulver des weniger magnetischen Stückes wog 0,932. Es gab 0,499 Eisenoxyd, die 0,442 Eisenoxydul oder 47,42 Procent entsprechen. Ich lasse es unausgemacht, ob dieser etwas geringere Gehalt an Eisenoxydul die Ursach des geringeren Magnetismus gewesen ist.

II. *Titaneisen von Egersund in Norwegen.* Im Aeussern unterscheidet sich dieses Fossil vom Iserin durch geringeren Glanz und dadurch, dass es derb im Grossen mit vielen Absonderungsflächen vorkommt, während der Iserin sich nur lose in Körnern findet.

1,473 Grm. geschlämmtes Pulver mit Salzsäure bei gelinder Hitze digerirt, in welcher es eben so leicht, wie das Iserinpulver aufgelöst wurde, hinterliessen 0,036 Gr. eines schmuzig weissen Pulvers als Rückstand, das sich wie der Rückstand verhielt, den ich bei gleicher Behandlung des Iserins erhalten hatte. Aus der Auflösung erhielt ich 0,848 Gr. Eisenoxyd, die 0,752 Gr. Eisenoxydul entsprechen und 0,717 Gr. Titansäure. Das macht im Ganzen 51,12 Procent Titan-

säure und 51,05 Proc. Eisenoxydul; ich erhielt also, aus oben angeführten Gründen, einen Ueberschuss von 2,17 Procent.

Bei einer Wiederholung der Analyse erhielt ich aus 2,687 Gr. des geschlämmten Pulvers 1,562 Gr. Eisenoxyd, die 1,385 Gr. Eisenoxydul oder 51,54 Procent entsprechen.

Nachdem diese Abhandlung schon ausgearbeitet war, erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Berzelius die Schriften der Stockholmer Akademie der Wissenschaften fürs Jahr 1824. Es befindet sich in ihnen eine Abhandlung von Berzelius über die Zirkonerde, in welcher er eine Methode, Zirkonerde von Eisenoxyd zu trennen, anführt, die der hier beschriebenen, Titansäure von Eisenoxyd zu scheiden ähnlich ist.

V.

Ueber das Chlortitan;

von

Hrn. E. S. George. *)

In einem in den Philosophical Transactions für 1823 enthaltenen Aufsatze zeigte der Dr. Wollaston, dafs die Substanz von Merthyr Tydvil, von der er nachwies, dafs sie metallisches Titan sey **), auch in den Eisenwerken zu Low Moor bei Bradford in Yorkshire vorkomme. Vor Kurzem hatte ich Gelegenheit, den Boden eines ausgeblasenen Ofens auf den Low Moore Eisenwerken zu untersuchen, und da fand ich den oberen Theil des Steines, auf welchem das geschmolzene Metall ruhte, völlig durchdrungen von metallischem Eisen, Schwefeleisen und einer kohligen Substanz, zwischen welcher glänzende Würfel von metallischem Titan zahlreich eingesprengt waren.

Auf einen Theil dieser gröblich gepulverten Substanz gofs ich Salzsäure; eine reichliche Menge von Wasserstoff- und Schwefelwasserstoffgas ward entwikkelt und es blieben, nach Aufkochen mit einem Ueberschufs von Säure, wodurch das Eisen und die Erden in der Schlacke gelöst wurden, gemischt mit Kieselerde, stark metallisch glänzende Würfel von Titan

*) Annals of Phil. Jan. 1825. p. 18.

**) Annal. d. Physik. Bd. 75. S. 220. u. 441.

zurück, deren Farbe das Mittel hielt zwischen der Farbe des Goldes und der des Kupfers; die kohligen Theile wurden mit der salzsauren Auflösung weggeschwemmt.

60 Gran dieses Titanmetalles, von dem ich die Sandkörner entfernt hatte, wurden in ein Glasrohr gebracht, und ein Strom von Chlorgas (das zuvor durch trocknes Chlorcalcium von aller Feuchtigkeit befreit war) über dasselbe geleitet; es war keine Einwirkung zu verspüren, auch ward der Glanz des Metalles nicht im Geringsten geschwächt. Als der Theil des Glasrohrs, welcher das Titan enthielt, bis zum Glühen erhitzt ward, verdichtete sich in dem kälteren Theil des Rohres allmählig eine Flüssigkeit, die dadurch gesammelt ward, dass man das Rohr ein wenig neigte.

Diese Flüssigkeit ist durchsichtig und farblos; sie besitzt eine beträchtliche Dichte; der atmosphärischen Luft ausgesetzt, stösst sie dichte weisse Dämpfe aus, welche einen stechenden, dem Chlorgase zwar ähnelnden, aber nicht so angreifenden Geruch besitzen; die dichten Dämpfe scheinen durch die Gegenwart von Feuchtigkeit bedingt zu werden. Die Flüssigkeit siedet heftig bei einer etwas über 212° F. liegenden Temperatur und zeigt sich nach der Wiederverdichtung unzersetzt. Auf Zusatz von einem Tropfen Wasser zu ein Paar Tropfen dieser Flüssigkeit, erfolgt eine sehr rasche, fast verpuffungsartige Entwicklung von Chlorgas, begleitet mit einer sehr beträchtlichen Temperaturerhöhung und wenn das Wasser nicht in Ueberschuss vorhanden war, wird ein festes Salz gebildet.

Dieses Salz zerfliesst, ist sehr auflöslich in Wasser und seine Lösung besitzt alle Eigenschaften des salz-

sauren Titans, denn sie giebt mit blausaurem Eisenkali einen braunrothen und mit Galläpfeltinktur einen dunkelrothen Niederschlag; mit Aetzkali entsteht ein gallertartiger, im Uebenschuss von Salzsäure wieder auflöslicher Niederschlag, nach dessen Ablagerung salpetersaures Silber durch die überstehende Flüssigkeit zu Chlorsilber gefällt wird. Ammoniak giebt mit der Lösung einen weissen Niederschlag. Ein Salz, was die nämlichen Eigenschaften besitzt, krystallisirt im Innern des Rohres, wenn das Chlorgas nicht frei von Wasserdämpfen ist.

Um die Zusammensetzung dieser beiden Substanzen zu untersuchen, tröpfelte ich auf 14,6 Gran der in einem langen Probeglase befindlichen Flüssigkeit, sehr allmählig eine gewogene Menge Wasser; es ward sehr rasch Chlorgas entwickelt und die Temperatur beträchtlich erhöht; nach dem Erkalten fand ich einen Gewichtsverlust von 4 Grn. Die Lösung gab mit Gallussäure einen dunkelrothen Niederschlag. Jene Flüssigkeit ist Chlortitan im Maximo, weil es bei der Abscheidung von Chlor zum Chlortitan im Minimo zurückgeführt wird, welches bei Auflösung in salzsaures Titanoxyd übergeht.

Da es schwer hält das Salz zu trocknen (diese mag nun durch Krystallisation in der Röhre, oder durch Zersetzung des Chlortitans im Maximo mit Wasser gebildet seyn) ohne einen Theil desselben unlöslich zu machen, so verdünnte ich eine Auflösung des auf letzterem Wege erhaltenen salzsauren Titanoxydes mit Wasser und theilte die Auflösung in zwei gleiche Theile; aus dem einen schlug ich durch Kali das Titanoxyd nieder, und erhielt von diesem nach dem

Trocknen 7 Gran; aus dem andern, fällte ich das Chlor durch salpetersaures Silber und bekam an trocknem Chlorsilber 15 Gran, die 3,6 Gr. Chlor enthalten. Das salzsaure Titanoxyd ist folglich zusammengesetzt aus 7 Titanoxyd und 3,74 Salzsäure = 3,64 Chlor + 1,00 Hydrogen. Nimmt man an, das salzsaure Titan bestehe aus einem Atome Salzsäure und einem Atome Titanoxyd, so ist letzteres das Protoxyd, entstanden aus der Verbindung von einem Atome Sauerstoff mit einem Atome Titan, und das Gewicht des Titans betrüge 61,2. Die wahre Zahl ist indess nach den Versuchen von Hrn. Rose = 64,0. (778,20 für Sauerstoff = 100; also 62,25 für Sauerstoff = 8. P.) Zufolge der obigen Analyse ist die Zusammensetzung des:

salzsaur. Titanoxyds	Titanoxyd . .	7,00
	Salzsäure . . .	3,74
oder als Chlortitan im Minimo	Titan	6,12
	Chlor	3,64
Chlortitan im Maximo	Titan	6,66
	Chlor	7,94

VI.

Entdeckung des Titanmetalls in Hohofenschlacken zu Mägdesprung;

vom

Hrn. Bergrath Zinken.

In dem mit Schluss des Jahres ausgeblasenen 2ten Hohofen hatte sich das Eisen durch den Bodenstein gefressen, und unter demselben eine Lage von Schlakken und Roheisen theils schön krystallisirt, theils stänglich abgesondert gebildet. Neben diesem merkwürdigen Roheisen fanden sich nach dem Ausblasen in der bedeutenden Eisenmasse die grauen mit Roheisenkörnern durchzogenen Schlacken in den Blasenräumen mit schönen goldgelben Kuben von Titanmetall bekleidet, welche etwa ¼ Linie groſs seyn mögen. Besonders wurden diese Würfel in der, unter dem Vorherde befindlich gewesenen Masse angetroffen. Auſserdem findet sich das Titanmetall noch als Ueberzug einer gröſstentheils aus Graphit bestehenden Masse und als Beschlag auf dem Roheisen, nach dessen Auflösung in Säure es metallisch glänzend zurück bleibt. *)

*) Nachdem Wollaston die Natur der metallischen Würfel in den Schlacken des Eisenhüttenwerks zu Merthyr Tydvil kennen gelehrt hatte (Ann. Bd. 75. S. 220.) ist vielleicht Hr. Geh. Ob. Bergrath Karsten hieselbst, der erste, welcher das

Vorkommen des Titanmetalls, unter ähnlichen Verhältnissen, in Deutschland bestätigt hat. Die Proben, welche derselbe in seinem Kabinette besass, und damals seinen Freunden mittheilte, stammten, wenn ich nicht irre, von Hohofenschlacken aus Schlesien her. Hr. Walchner zu Freiburg machte darauf (in Schweigg. N. Journ. IX. 80.) die Entdeckung der Titanwürfel in dem Bodenstein des Hohofens von Kandern im Breisgau bekannt. Die Auffindung derselben unter gleichen Bedingungen im Hohofen zu Mägdesprung durch Herrn Bergrath Zinken bildet demnach das dritte Beispiel des Vorkommens dieses Metalls, was zur öffentlichen Kunde gelangt ist. Hr. Dr. Karsten hat übrigens im 3ten Bande seines schätzbaren Archivs für Bergbau und Hüttenwesen S. 524. die interessante Bemerkung hinzugefügt, dass schon Grignon im Jahre 1737 diese Würfel, von denen einer 1½ Linien in den Kanten mass, beschrieb und analysirte; sie aber bei dem damaligen Zustande der Chemie für Schwefelkies hielt. P.

VII.

Ueber Cyan-Verbindungen;

von

F. Wöhler.

(Aus den Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Stockholm, 1824. H. II. p. 271.)

1. Verhalten des Cyans zu Ammoniak.

Wenn man Cyangas in liquides Ammoniak leitet, so entsteht 1) blausaures Ammoniak, 2) sehr viel der dunkelbraunen kohlenartigen Materie; die sich so oft bei Zersetzungen von Cyan-Verbindungen erzeugt, und noch wenig untersucht ist, 3) oxalsaures Ammoniak, 4) eine eigenthümliche krystallisirte Materie, die aber kein cyansaures Ammoniak zu seyn scheint. — Die braune kohlenartige Materie setzt sich theils von selbst ab, theils durch Erhitzen und Abdampfen der Flüssigkeit. Die Oxalsäure trennt man durch Kalkwasser, behandelt den Niederschlag mit kohlensaurem Kali, zersetzt das oxalsaure Kali durch Bleizucker, und das oxalsaure Blei durch Schwefelwasserstoffgas, wodurch man eine saure Flüssigkeit erhält, die beim Verdampfen krystallisirte Oxalsäure hinterläfst. Bei Absorption des Cyans von andern Alkalien bildet sich diese Säure nicht. Die eigenthümliche krystallisirte Materie erhält man endlich durch Verdampfen der Flüssigkeit, woraus die Oxalsäure gefällt ist. Sie ist aber dann sehr unrein. Rein erhält man sie, wenn cyansaures Blei durch kaustisches Ammoniak, oder

cyansaures Silber durch Salmiak zersetzt wird. Sie krystallisirt in weissen durchsichtigen, strahligen Krystallen, ist leicht in Wasser und Alkohol auflöslich. Ihre Auflösung ist neutral, und wird weder durch Silber-, Blei-, noch sonst eine Salz-Auflösung gefällt. Mit kaustischem Kali entwickelt sie kein Ammoniak, und in Schwefelsäure und Salzsäure löst sie sich ganz ruhig auf. Sie scheint Krystallwasser zu halten, indem sie beim Erhitzen schmilzt und dadurch, wenigstens theilweise, unter Entwicklung von viel Ammoniak zersetzt wird. Sie gesteht dann wieder, und entwickelt dann eine Menge des der Essigsäure so ähnlich riechenden, sauer reagirenden Dampfes, der sich immer bei Zersetzung eines cyansauren Salzes durch eine Säure neben der Kohlensäure entbindet. Es sublimirt sich dabei in ziemlicher Menge eine pulverige, weisse, in Wasser unauflösliche Substanz, welche dieselbe zu seyn scheint, die ich schon einmal bei einer andern Gelegenheit in sehr geringer Menge erhielt *). Glüht man die krystallisirte Substanz mit Kalium, so erhält man viel Cyankalium.

2. Verhalten des Cyans zu Schwefelwasserstoffgas.

Wird Alkohol mit Cyangas gesättigt, und hierauf mit Schwefelwasserstoffgas, so nimmt er eine dunkelgelbe Farbe an, und setzt bald viele kleine rothe Krystalle ab. Sie sind von schön orangerother, glänzender Farbe, undurchsichtig, kaum in kaltem Wasser auflöslich, mehr in kochendem, woraus sie sich nach dem Erkalten sogleich wieder abscheiden. Eben

*) Poggendorff's Annalen B. I. p. 118. Note.

so verhalten sie sich mit Alkohol. Am leichtesten erhält man diese Materie, wenn man die beiden Gase in einer mit Wasser gefüllten und damit gesperrten Retorte auffängt, und durch Schütteln die Absorption derselben befördert. Das Wasser färbt sich bald gelb, und setzt nach und nach immer mehr dicke orangengelbe Flocken ab, die, bei genauerer Betrachtung, aus lauter kleinen Krystallen bestehen. Man filtrirt sie ab, wäscht sie mit kaltem Wasser aus, und löst sie in kochendem Alkohol auf, woraus sie dann, wie obige krystallisiren. Wird dieser Körper gelinde erhitzt, so sublimirt er zum Theil unverändert, aber grösstentheils wird er schwarz unter Entwicklung von viel Schwefelammonium, und zuletzt bleibt Kohle. In trocknem Zustande mit schwammigem Kupfer erhitzt, entwickelt er viel Ammoniakgas, welches aber nicht im mindesten Kalkwasser trübt. Diese Substanz scheint also keinen Sauerstoff zu enthalten, und aus Kohle, Stickstoff, Wasserstoff und Schwefel zu bestehen. Durch Oxydation mit Königswasser fand ich die Menge des letzteren zu ungefähr 53 p. C.

In Schwefelsäure löst sich diese rothe Materie mit gelber Farbe auf, und scheidet sich beim Vermischen mit Wasser wieder unverändert ab. Mit Hülfe der Wärme ist sie in kohlensauren Alkalien auflöslich, und die Auflösung besteht aus einem Gemenge von Schwefelkalium und Schwefelcyankalium. In kaustischem Kali löst sie sich in groser Menge zu einer gelben Flüssigkeit auf, die weder auf Schwefelkalium noch Schwefelcyankalium reagirt, und mit Salzsäure die rothe Substanz unverändert wieder fallen läst. Bei einer gewissen Concentration setzen sich viele klei-

ne Kryſtalle ab, aber die Auflöſung wird immer dunkler, und verwandelt ſich in kurzer Zeit in ein Gemenge von Schwefelkalium und Schwefelcyankalium. Durch Erhitzen wird dieſe Zerſetzung augenblicklich bewirkt. — Vermiſcht man die wäſſrige Auflöſung der rothen Subſtanz mit einer Bleizucker-Auflöſung, ſo entſteht ſogleich, unter Freiwerden der Eſſigſäure, ein dicker orangegelber Niederſchlag, ähnlich dem chromſauren Blei, der auch dieſe Farbe beim Trocknen behält, wenn dieſs bei gelinder Wärme geſchieht, denn ſonſt wird er ſchwarz. Selbſt mit Waſſer gekocht, verwandelt er ſich in ſchwarzes Schwefelblei. Wird dieſe Blei-Verbindung mit kauſtiſchem Kali übergoſſen, ſo erhält man, unter augenblicklicher Abſcheidung von Schwefelblei, eine Auflöſung von Cyankalium und Schwefelcyankalium, was man leicht durch Eiſen entdecken kann. Kocht man die Blei-Verbindung mit Salzſäure, ſo löſt ſie ſich zur röthlichen Flüſſigkeit darin auf. Setzt man dann Alkohol zu, ſo fällt Chlorblei nieder, und die davon getrennte Flüſſigkeit läſst beim Erkalten die rothe Subſtanz unverändert fallen. Mit Salpeterſäure eingetrocknet, lieferte dieſe Blei-Verbindung eine Quantität ſchwefelſauren Blei's, welche 64, 5 pr. C. Blei in der Verbindung anzeigt, mit kauſtiſchem Kali analyſirt, entſprach das erhaltene Schwefelblei 64 pr. C. Blei.

Die Auflöſung der rothen Subſtanz in Waſſer fällt nicht die Eiſen- und Zinkauflöſungen. Mit Cyanqueckſilber giebt ſie, unter Entbindung der Blauſäure, einen ſtarken weiſsen Niederſchlag, der ſchnell *grau wird.* Mit Sublimat einen weiſsen, dicken,

unter Freiwerden von Salzsäure; mit Silber einen schwarzen, unter Entbindung von Cyangas und Freiwerden der Salpetersäure; mit Kupferauflösung einen schwarz-grünen Niederschlag, der sich wie die Blei-Verbindung verhält.

Durch Glühen der Blei-Verbindung mit Kupferoxyd, auf die, kürzlich von Pelletier und Dumas angegebene Art, erhielt ich 85 Th. eines Gases, aus dem Bleisuperoxyd nichts aufnahm, das aber durch ein Stück kaust. Kali um 56 Th. vermindert wurde. Man sieht daraus, daſs dieses Gasgemenge aus 1 Vol. Stickgas und 2 Vol. kohlensaurem Gas bestand, d. h. daſs Stickstoff und Kohlenstoff in der Verbindung in dem Verhältnisse vorhanden sind, worin sie Cyan bilden. — Ich halte es für wahrscheinlich, daſs die eben beschriebene rothe Substanz, eine der Schwefelblausäure analoge Verbindung ist, deren Wasserstoff von Metallen vertreten werden kann. Sie ist, wie man sieht, von der verschieden, welche Gay-Lussac beim Zusammenbringen von Cyan- und Schwefelwasserstoffgas erhielt. Diese ist hellgelb, sehr leicht in Wasser auflöslich, und geht mit Blei keine Verbindung ein. Sie erzeugt sich immer zugleich mit der andern, und kann beim Abdampfen der Flüssigkeit erhalten werden. — Ich habe vergeblich versucht, mit Selenwasserstoffgas analoge Verbindungen hervorzubringen. Es wird dabei immer das Selen metallisch abgeschieden, wahrscheinlich unter Bildung von Blausäure.

3. Verhalten des Cyans zu Schwefelkalium.

Leitet man Cyangas durch die Auflösung des *Schwefelkaliums* mit der gröſsten Menge Schwefels,

so scheidet sich sehr viel Schwefel ab, es bildet sich viel der braunen kohleartige Materie, und verdampft man die Flüssigkeit, so erhält man krystallisirtes Schwefelcyankalium. Glüht man dieses Schwefelkalium in Cyangas, so destillirt sehr viel Schwefel ab, die Masse wird anfangs, wegen zersetzten Cyans, schwarz, nach und nach aber immer heller, bis sie in eine wasserklare Flüssigkeit verwandelt ist, die beim Erkalten zur weissen Salzmasse erstarrt, welche reines Schwefelcyankalium ist. — Leitet man Cyangas durch die Auflösung des Schwefelkaliums mit der geringsten Menge Schwefels, so scheidet sich kein Schwefel ab, und man erhält in der Auflösung Cyankalium und Schwefelcyankalium. Mit Hydrothionkali bildet sich ausserdem die oben beschriebene rothe Verbindung.

Das Verhalten des Cyans zu den sogenannten Schwefelalkalien ist also ganz einfach, und wohl auf andere Art, als Gay-Lussac annahm, zu betrachten. Das Schwefelkalium mit 2 At. Schwefel bildet Cyankalium und Schwefelcyankalium, und das mit mehr als 4 At. Schwefel, läfst so viel Schwefel fahren, bis es zu Quadrisulphuretum verwandelt ist, welches mit der dazu gehörigen Menge Cyans Schwefelcyankalium bildet, das Schwefelkalium mit 4 At. Schwefel verwandelt sich also, wenn es in Cyangas geglüht wird, gerade in Schwefelcyankalium.

Ich würde die wenig ausführlichen Beobachtungen über obige beiden ersten Punkte noch nicht mitgetheilt haben, wenn ich vorhätte diesen Gegenstand weiter zu verfolgen; da aber diefs der Fall nicht ist, so kann diese Notiz vielleicht dazu dienen, einem Anderen für diese Untersuchung so viel Interesse abzugewinnen, dafs er sie, besonders hinsichtlich des Quantitativen, wieder aufnehme.

VIII.

Notiz über eine physikalische Schrift: „der Process der galvanischen Kette“ verbunden mit Bemerkungen über Becquerel's elektromotorische Untersuchungen, nebst einer Beobachtung über die Vertheilung des Magnetismus in der geschlossenen Kette;

von

G. F. Pohl.

Ich bin seit einiger Zeit mit Untersuchungen über die elektrischen Erregungen beschäftigt gewesen, welche beim Contacte zwischen differenten Flüssigkeiten und zwischen Metallen und Flüssigkeiten Statt finden, nicht um die Resultate einzeln an und für sich zu haben, sondern um sie im Ganzen als Belege zu einer sicher begründeten Theorie des Processes der galvanischen Kette anzuwenden. Ich habe bei dieser Arbeit den Vortheil eines Gesichtspunktes gehabt, den Volta und die Physiker, welche nach ihm mit demselben Gegenstande beschäftigt waren, nicht kannten, nämlich die in einer Reihe von Versuchen in Kastner's Archiv durch mich dargelegte *polare Thätigkeit*, mit welcher die Flüssigkeiten als Leiter der durch den Contact erregten Elektricität wirksam sind. Die Grundform dieser unter den mannigfaltigsten Beziehungen von mir untersuchten und constatirten Thätigkeit besteht dar-

ist, *dass die Flüssigkeit, wenn sie an einem Extrem durch den Contact mit einem Metalle oder einer andern Flüssigkeit elektrisch erregt ist, an jeder andern Stelle, die als ein zweites dem ersten gegenüberliegendes Extrem in der Masse derselben fixirt wird, allemal eine elektrische Erregung zeigt, welche jener des ersten Extrems entgegengesetzt ist*, so wie in einem Magnetstabe, dessen eines Extrem ein Nordpol ist, jeder andere Punkt, der in seiner Masse als ein zweites Extrem herausgehoben wird, allemal mit der südpolaren Thätigkeit hervortritt, und umgekehrt. Durch diese Thatsache erscheinen alle Erfolge der Contactelektricität, bei welchen eine Flüssigkeit mit im Spiele ist, in einem ganz anderen Lichte als bisher, die Flüssigkeit ist nun, selbst vom Standpunkte der entschiedensten Empirie aus, durchaus nicht mehr das bisherige gleichsam nur passive Filtrum der Elektricität, und die Thätigkeit der ganzen Kette zeigt sich unter einer Beleuchtung, mit welcher jetzt erst ihre eigentliche und wahrhafte Natur vollkommen sichtbar geworden ist. Hätte Volta zu der Zeit, als er seine grofsen Entdeckungen machte und sie durch die umfassendsten und gediegensten Untersuchungen bewährte, dieses lebendige Verhalten der Leiter zweiter Klasse bereits gekannt, welches sich uns jetzt erst durch den Elektromagnetismus aufgeschlossen hat, so würden wir ohne Zweifel schon seit jener Zeit dem Scharfsinne dieses würdigen Mannes die wahre Theorie seines Elektromotors zu verdanken haben, deren entschiedene, und ich darf sicher hinzusetzen, jetzt völlig und für immer gesicherte Begründung, nach so

vielen Jahren der Täuschungen und Mißgriffe, erst unsern gegenwärtigen Tagen aufbehalten geblieben ist.

Binnen kurzem denke ich eine im Manuscript beinahe beendigte Schrift, unter dem Titel: „*Der Proceſs der galvaniſchen Kette*" zum Drucke zu befördern, in welcher ich den auf experimentale Thatſachen ſich ſtützenden Beweis führen werde, daſs die bald nach der Entdeckung des Elektromagnetismus in meinen erſten ſchriftlichen Darlegungen über den Gegenſtand bereits ſpeculativ als nothwendig von mir erkannte Polarität der galvaniſchen Kette die wahre und durchaus richtige ſey, ſo daſs ſich darin Folgendes ergeben wird:

Die Polarität, mit welcher die Metalle in der geſchloſſenen Kette die Zerſetzung des flüſſigen Leiters bewirken und auf die Magnetnadel reagiren, iſt die entgegengeſetzte von derjenigen, welche ſie in der gemeinen Contactelektricität verſichtbaren; die der Contactelektricität der Metalle entſprechende Thätigkeit der Kette iſt nur eine untergeordnete, welche der eigentlichen zum Chemismus geſteigerten Thätigkeit der Contactelektricität zwiſchen der Flüſſigkeit und den Metallen, in dem Organismus der geſchloſſenen Kette, eben ſo parallel geht, wie in dem thieriſchen Organismus die Functionen der Irritabilität und Senſibilität, als einem niedern und höhern Syſteme entſprechend, ſich wechſelſeitig fordern und bedingen.

Ich werde darin im Zuſammenhange mit der Entwickelung dieſer Theorie zugleich die wahre Beſchaf-

fenheit der Wirkſamkeit der zweigliedrigen Kette aufzeigen, und aus der Betrachtung derſelben eine Methode herleiten, durch welche die elektriſchen Relationen der Metalle und Flüſſigkeiten, ſo wie der Flüſſigkeiten unter ſich, mit einer Präciſion und Einfachheit zu beſtimmen ſind, die bisher, beim bloſsen Gebrauch des condenſirenden Elektrometers zu dieſem Behuf, nicht zu erreichen waren, und auſserdem wird darin, mit der entſchiedenen Ausſicht auf mannigfaltige Folgerungen, welche für die ſpeculative Naturwiſſenſchaft überhaupt wichtig ſeyn werden, das Ergebniſs hervorgehen, daſs der chemiſche Proceſs, ſo wie die Kryſtalliſation Erzeugniſſe einer unmittelbar unter dem Typus der Thätigkeit der zweigliedrigen geſchloſſenen Kette Statt findenden Function ſeyen.

Da gröſstentheils der Inhalt der auch in dieſe Annalen aufgenommenen Becquerel'ſchen Abhandlungen auf die Unterſuchung derſelben elektriſchen Relationen ſich bezieht, mit denen ich mich beſchäftigt habe, ſo folge ich der Veranlaſſung, mit der obigen Mittheilung hier noch einige Bemerkungen über jene Arbeiten zu verbinden.

Es ſcheint mir zuvörderſt einer Erwähnung im Allgemeinen zu bedürfen, daſs der Verfaſſer dem Weſen der Elektricität nicht die entſchiedene Anſicht abgewonnen hat, die ſich in allen Thatſachen auf das unverkennbarſte ausſpricht, und die man haben muſs, um nicht durch die bloſsen Erſcheinungen in ein Netz von Irrthümern und Fehlſchlüſſen hineingezogen zu werden, dem man auſserdem bei dem beſten

Willen nicht zu entgehen vermag und das sich mit jedem Schritte, den man weiter zu thun strebt, nur um so fester und verworrener um die Reflexion schlingt. Die Elektricität ist überall, wo sie erscheint, nichts als die Tendenz zur chemischen Synthesis, sie ist kein materielles mechanisch bewegtes Substrat, sondern eine rein dynamische Thätigkeitsform der Materie selbst; sie ist die noch ungeöffnete Knospe, aus welcher, wenn der Kreislauf der Functionen in sich geschlossen ist, der Chemismus wie eine aufgeschlossene Blüthe plötzlich hervorbricht. Die Elektricität geht daher jedesmal vor dem Chemismus voran, niemals folgt sie ihm, und es ist absolut unrichtig, wenn man, wie Herr Becquerel, die elektrischen Erscheinungen als spätere Erzeugnisse des Chemismus, oder gar als die Folge von capillären Wirkungen und dergleichen betrachtet.

Herr Becquerel hat die elektrischen Relationen theils aus der Abweichungsrichtung der Magnetnadel in der geschlossenen Kette, theils aus unmittelbaren Beobachtungen am Condensationselektrometer herzuleiten gesucht. Was die erstere Bestimmungsmethode anbetrifft, so kommen dabei aber Untersuchungen vor, nach welchen man glauben sollte, dass dem Beobachter die Wirkung der zweigliedrigen Ketten mit ungleichen metallischen Berührungsflächen ganz unbekannt geblieben sey. Der Draht seines Galvanometers, wie er den Schweiggerschen Multiplicator nennt, endet auf der einen Seite in einen Platinlöffel, der eine breite Fläche darbietet, während die andere Seite in eine schmale Platinzange ausläuft, die mit den

Spitzen die zu unterſuchenden Stoffe berührt. Unter dieſen Umſtänden iſt es nicht möglich, die Wirkungen jener Stoffe an ſich von der Wirkung der Kette mit ungleichen metalliſchen Berührungsflächen zu unterſcheiden, und die auf ſolche Weiſe erhaltenen Reſultate haben ſchon darum keine Zuverläſſigkeit. Aber noch ſchlimmer iſt es, daſs es der Beobachter unterlaſſen hat, ſich vor allen Dingen zuvörderſt ein *feſtes* Princip zu bilden, nach welchen erſt aus der Ablenkungsrichtung der Nadel die elektriſche Relation der differenten Stoffe, welche die Kette bilden, mit Sicherheit gefolgert werden kann. Statt eines ſolchen Princips iſt nichts weiter als nur eine oberflächliche und lockere Analogie der Wirkung der einfachen Kette *zfk* zum Grunde gelegt, und der Beobachter vermengt dabei beſtändig die Wirkung einer ſolchen Kette mit der, welche der invertirten angehört, die nach dem Schema *fkzf* conſtruirt iſt; er kennt dabei noch gar nicht das polare Verhalten der Flüſſigkeiten und ihre auf entgegengeſetzten Extremen entgegengeſetzten Erregungen, und ſo entſpringen Folgerungen aus Folgerungen, bei denen nichts weiter gewiſs iſt, als der Irrthum und die Verwirrung, denen ſie mehr oder weniger ſämmtlich unterworfen ſind.

Die Beobachtungen am Elektrometer hat Herr Becquerel mit einem Inſtrumente angeſtellt, deſſen groſse Empfindlichkeit er als eine Folge der von ihm vorgenommenen Verbeſſerung der Bohnenberger'ſchen Einrichtung beſonders hervorhebt. Dieſe Verbeſſerung kann nur darin geſetzt werden, daſs die beiden trockenen Säulen in eine einzige zuſammengefügt, und

dafs ihre Knöpfe durch lange Metallſtreifen vertauſcht ſind, von welchen das zwiſchen beiden hängende Goldblättchen in allen Punkten angezogen oder abgeſtoſsen wird. Der erſtere Umſtand aber kann unmöglich als eine reelle Verbeſſerung gelten, er iſt offenbar nur eine ganz unweſentliche und, wie es ſcheint, noch überdieſs unbequeme Veränderung der Form; gegen die zweite Veränderung aber, wenn ſie als Verbeſſerung gelten ſoll, wird die Mechanik erhebliche Einwürfe machen müſſen; ein Goldblättchen, welches nur an ſeinem untern Extrem durch die mit der concentrirten Erregung der Säule wirkenden Knöpfe ſollicitirt wird, muſs allemal ſtärker, wenigſtens nicht ſchwächer als jenes zwiſchen den langen Metallſtreifen angezogen und abgeſtoſsen werden, und die Erhöhung der Wirkung, welche Hr. Becquerel an ſeinem Inſtrumente wahrnahm, wird daher nicht jener vermeinten Verbeſſerung, ſondern theils der Spannungsintenſität ſeiner noch neuen trockenen Säule, theils den individuellen Dimenſionsverhältniſſen des Inſtruments, ſo wie auch den groſsen Condenſatorplatten zuzuſchreiben ſeyn, deren er ſich bediente. Wen indeſs ſchon bei der gewöhnlichen Reizbarkeit des Condenſationselektrometers die Ausſagen dieſes Inſtrumentes über die leiſeſten und zarteſten Anklänge der elektriſchen Erregung nie recht vollkommen über der Skepſis ſtehen, ſo gereicht vollends ein Grad von Empfindlichkeit, bei welchem der elektriſche Zuſtand der Haare des Beobachters ſchon in einer Entfernung von mehren Fuſsen das Inſtrument afficirt, demſelben mehr zum Nachtheil als zur Empfehlung. Wer will es auf

sich nehmen, in den Aussagen eines solchen Instrumentes das Zufällige vom Wesentlichen, den Trug von der Wahrheit mit Ueberzeugung zu sondern und in allen Fällen das Ergebniss als die reine Folge bestimmter Bedingungen zu verbürgen? Aber das ist nicht genug. Herr Becquerel hat bei den Beobachtungen an diesem Instrumente da, wo, wie er sagt, die Resultate anomal waren, immer feuchte Papierstreifen zwischen die Fläche des Condensators und des hinsichtlich seiner Erregung zu prüfenden Metalls geschoben, er hat also, abgesehen von der Unzulässigkeit einer solchen experimentalen Willkühr, die in lebendig polarer Thätigkeit begriffene Flüssigkeit in allen diesen Fällen immer wieder nur als das indifferente Colatorium der Elektricität betrachtet und dadurch gerade das Ergebniss, wenn es etwa das richtige war, zum entgegengesetzten gemacht, und so ist es begreiflich, wie dasjenige, was er als Resultate dieser seiner Untersuchungen aufgestellt hat, aus wahren, halbwahren, aber zum Theil auch aus völlig unrichtigen und schlechthin naturwidrigen Bestimmungen zusammengesetzt ist. Als ein durchaus falsches Resultat muss insbesondere bemerklich gemacht werden, dass im Allgemeinen bei gegenseitiger Berührung von sauren Flüssigkeiten mit Metallen die letzteren positive, die ersteren negative Elektricität annehmen, und dass bei alkalischen Flüssigkeiten die Wirkungen entgegengesetzt seyn sollen. Die Wahrheit, welche sich mir nach meiner einfachen Prüfungsmethode in einer grossen Zahl einzelner Untersuchungen bestätigt hat, ist: dass die Metallreihe in zwei Klassen zerfällt, von de-

en die Glieder der mehr *negativen* Hälfte, wie Silber, Gold, Queckfilber, Platin, Kupfer gegen das Waſser, die Säuren, die Alkalien und alle übrige ſalzige Flüſſigkeiten ohne Unterſchied, nur wie ſich verſteht in verſchiedenem Grade, *poſitiv* werden, während die der andern Hälfte eben ſo conſtant negativ gegen alle Flüſſigkeiten ſich zeigen, und zwar ſind die negativen Metalle gegen die Flüſſigkeiten um ſo poſitiver, je negativer ſie in der Metallreihe ſelbſt ſind, und ſo umgekehrt die poſitiven. — Ueber alles dieſs wird in der oben genannten Schrift beſtimmtere Auskunft von mir gegeben, nur ſchien es mir zweckmäſsig, dieſe Bemerkungen hier in den Annalen zur offenen Sprache zu bringen, da die Becquerel'ſchen Sachen mit einer Art von Aufmerkſamkeit und Auszeichnung in unſere deutſche phyſikaliſche Zeitſchriften aufgenommen ſind, die wenigſtens manche Leſer zu der Anſicht verleiten kann, als enthielten ſie wirklich neue und durch Eigenthümlichkeit ausgezeichnete Darlegungen, während das ſummariſche unparteiiſche Urtheil über ſie dahin ausfallen muſs, daſs dasjenige, was in ihnen nicht zu dem verfehlten und unrichtigen gehört, uns ſchon längſt eben ſowohl und noch beſſer bekannt iſt, als man es hier angegeben findet. Aber es iſt ein Unglück, daſs wir noch immer zur Ueberſchätzung deſſen geneigt ſind, was vom Auslande herkommt, und die Priorität, welche uns Deutſchen ſchon nach dem philoſophiſchen Standpunkte unſers Wiſſens unſtreitig gebührt, vielleicht nicht eher erkennen werden, als bis ſie uns von den unbefangenen Ausländern ſelbſt wird zuerkannt worden ſeyn.

Ich benutze diese Gelegenheit hier noch eine von mir gemachte Beobachtung über die Vertheilung des Magnetismus in der geschlossenen einfachen Kette mit anzuschliessen. Was bis jetzt über die Form des Hervortretens des Elektromagnetismus bekannt ist, bezieht sich fast allein, wenn man die wichtigen, tiefer dringenden Seebeck'schen Untersuchungen ausnimmt, nur auf die am Schliessungsdrahte beobachteten Phänomene. Vor einiger Zeit habe ich an der Kette unmittelbar selbst ein differentes Verhalten wahrgenommen, welches den Ausgangspunkt zu wesentlichen Folgerungen so wie zur Erklärung einiger Rotationsphänomene bilden wird, die bis jetzt noch keine ganz genügende Construction zugelassen haben. Ich bin von der weiteren Verfolgung dieser Erscheinungen durch die oben genannten Beschäftigungen abgezogen worden, und da ich nicht weiss, wie lange ich noch verhindert seyn werde die Untersuchung wieder aufzunehmen, so halte ich mich verpflichtet, den Gegenstand fürs erste wenigstens blos nach seiner rein faktischen Seite in der Kürze mitzutheilen.

Man lege in einer einfachen Kette die rechtwinklig gestaltete Kupferplatte von etwa 1½ Fuss Länge und 1 Fuss Breite horizontal, mit der langen Seite auf der Ebene des magnetischen Meridians senkrecht über eine gleich grosse, durch eine feuchte Pappe von ihr getrennte Zinkplatte, und verbinde den *nordwestlichen* Winkel der *Kupferplatte* mit dem *nordöstlichen* der *Zinkplatte* durch einen einfachen Drahtbügel. Eine Magnetnadel unmittelbar über der Kette und ganz ausser dem Bereich des Verbindungs-

Drahtes deklinirt alsdann über dem westlichen Rande derselben östlich, nach dem östlichen Rande hin nimmt die Ablenkung, bis über die Mitte der Platte hinaus, ab, bis sie in der östlichen Hälfte der Platte Null wird; von da an wird die Ablenkung wieder entgegengesetzt und die Nadel deklinirt bis zum östlichen Rande der Platte hin immer stärker und über dem Rande selbst am stärksten westlich. Legt man die Zinkplatte oben, die Kupferplatte unten, verbindet jedoch abermals den nordwestlichen Winkel der Kupferplatte mit dem nordöstlichen der Zinkplatte, so sind die Ablenkungen vollkommen so wie vorhin, nur liegt der Nullpunkt jetzt in der westlicheren Hälfte der Kette. Verwechselt man die Verbindungspunkte, indem man den *nordwestlichen* Winkelpunkt der *Zinkplatte* mit dem *nordöstlichen* der *Kupferplatte* verbindet, so sind die Ablenkungen nach denselben Regeln nur entgegengesetzt bestimmt, und die Nadel, welche unter den beiden ersten Combinationen in Bezug auf die Kette nach Innen zu deklinirte, deklinirt alsdann beide Male nach Aufsen. — Verbindet man zwei übereinander liegende Punkte der Platten an den nordlichen Gränzen derselben, so ist die Ablenkung überall gänzlich Null oder höchstens nur in der Gegend des Verbindungspunktes schwach östlich, wenn die Kupferplatte oben liegt; westlich, wenn die Zinkplatte oben liegt. Diefs ist eine deutliche Hinweisung zur Construction des übrigen aus der gemeinsamen ineinander greifenden Wirkung beider Platten zugleich. — Man sieht zwar das Band, durch

welches diese Phänomene mit den bereits bekannten verknüpft sind, aber sie schliessen zugleich eine eigenthümliche Seite des Gegenstandes auf, die zur genaueren Kenntniss desselben von besonderer Wichtigkeit zu werden verspricht.

Berlin, d. 31. März 1825.

G. F. Pohl.

Verbesserungen zu den Aufsätzen des Hrn. Becquerel im Bd. 78:

S. 175 Z. 18 mit dem Finger l. mit einem Zinkstreifen.

S. 195 Z. 7 Contacte der Metalle l. Contacte der Metalle mit dem Wasser

S. 202 Z. 15 in dem andern l. in dem entgegengesetzten Falle.

(*P.*)

IX.

Ueber eine auf nassem Wege entstandene, massive Kupfermasse von beträchtlicher Gröfse;

von

Prof. Gustav Bischof in Bonn.

Vor mehreren Wochen erhielt ich durch die Gefälligkeit eines meiner eifrigsten Zuhörer, des Herrn Rhodius, welcher Besitzer eines bedeutenden Vitriolwerks in der Nähe von Linz am Rhein ist, und zum Behufe seiner Fabrik, womit auch mehrere Hüttenwerke verbunden sind, recht angelegentlich dem Studium der Chemie unter meiner Leitung sich hingiebt, eine grofse massive Kupfermasse, die sich in der Ecke am Boden eines grofsen sogenannten Sumpfes von Eichenholz, von ungefähr 20 Ohm Inhalt, gebildet hatte. In diesen, in den Boden der Vitriolhütte eingesetzten, Sumpf wird nämlich die Rohlauge, so wie sie durch Auslaugen des gerösteten Schwefelkupfers erhalten wird, abgelassen, und aus demselben von Zeit zu Zeit in die Siedepfannen gepumpt. Beim ersten Anblick dieser Kupfermasse konnte ich auf keinen andern Gedanken kommen, als dafs sie durch irgend ein in dem Sumpf befindliches Eisen aus der Vitriollauge niedergeschlagen worden seyn möchte. Herr Rhodius bemerkte hierauf, dafs zwar in diesen Sumpf absichtlich kein Eisen gebracht worden sey, dafs aber doch zufällig ein eiserner Nagel in den Dauben des

Sumpfes sich befunden haben könne, und dafs er auch an der Stelle, wo diese Kupfermasse festgesessen hat, zwei kleine Vertiefungen, anscheinend wie von Nägeln herrührend, bemerkt habe. An der untern Fläche dieser Kupfermasse zeigten sich auch zwei kleine Hervorragungen von metallischem Kupfer, welche sich in diesen Löchern gebildet zu haben schienen. Die beträchtliche Gröfse dieser Metallmasse mufste indefs die Erklärung, dafs sie *einzig und allein* durch Fällung der eisernen Nägel entstanden sey, unzureichend finden lassen; denn ihr Gewicht war 2 Pfund 3 Unzen und 156 Gran; das Gewicht der beiden Nägel hätte demnach 2 Pf. 3 Unzen 189 Gr. betragen müssen, wenn diese allein das Kupfer aus dem Kupferoxyd des Kupfervitriols hätten niederschlagen sollen. Ich konnte folglich mit Gewifsheit annehmen, dafs hier noch andere Kräfte mit im Spiele gewesen seyn mufsten. Da ich aber in dem ersten Augenblicke keine genügende Erklärung hiefür auffinden konnte, so legte ich diese Kupfermasse einstweilen bei Seite, und behielt mir vor, wenn ich gelegentlich auf gedachte Vitriolhütte kommen würde, die Sache an Ort und Stelle wo möglich genauer zu untersuchen.

Nicht lange darauf erhielt ich das Decemberheft der Annales de Chimie et de Physique und fand darin eine ganz ähnliche Beobachtung von Clement mitgetheilt. Derselbe berichtet nämlich Folgendes: „das Kupfer, welches durch irgend ein Fällungsmittel aus seinen Auflösungen niedergeschlagen wird, hat man bisher immer nur als ein sehr feines Pulver ohne irgend einen Zusammenhalt erhalten. Hier *aber eine* Thatsache, welche darthut, dafs eine Ku-

pferbarre, (lingot de cuivre) die man sonst blos für das Produkt des Feuers hält, auch auf nassem Wege entstehen könne. Ich verdanke diese Beobachtung Hrn. Mollerat, der sie mir unlängst bei meinem Besuche in seiner schönen Holzessigfabrik in Bourgogne mittheilte. Zur Darstellung des Kupfervitriols durch Calcination des Kupfers mit Schwefel erhält man nämlich Auflösungen dieses Salzes, die durch ein unlösliches basisches schwefelsaures Kupferoxyd getrübt sind. Man bringt sie zur Klärung in eine Kufe, die zur Hälfte in die Erde eingegraben ist. Innerhalb ihrer Wände, und zwar stets an der Stelle, wo zwei Dauben sich berühren, bilden sich kleine Schwämme (champignons) von metallischem Kupfer, die sich nach und nach vergrößern, und endlich ohne Zweifel zu sehr großsen Massen werden würden. Ich besitze mehrere solcher Stücke, die ich von der Kufe abgelöst habe, und welchen noch Holz anhängt. An der einen Seite sind diese Kupfermassen nach dem Holze der Kufe abgeformt, dessen Streifen eingedrückt erscheinen; an der andern Seite haben sie die Gestalt von Warzen (mamelons) und zeigen sehr kleine glänzende Facetten, die ohne Zweifel Krystallflächen sind. Das Eine dieser Stücke wog mehr als 75 Grammen."

Diese Beschreibung paßt nun ganz genau auf die Kupfermasse, welche ich in Händen habe, nur daß diese bei weitem größer ist, indem sie ungefähr 965 Grammen wiegt. Auch die Art der Bildung scheint bei beiden dieselbe gewesen zu seyn; denn auch in der Vitriolhütte des Hrn. Rhodius wird der Kupfervitriol ganz auf dieselbe Weise durch Rösten des Kupfers mit Schwefel dargestellt.

Hr. Clement führt fort: „Man begreift leicht, nach Hr. Mollerat, die chemische Wirkung, welche die Herstellung des Kupfers veranlasste. Es befindet sich gewiss in der Auflösung ein schwefelsaures Kupferoxydulsalz, welches, indem es sich in schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt, Kupfer niederschlagen wird, das seinen Sauerstoff und seine Säure diesem neuen Salze abtreten wird. Es ist klar, dass die Herstellung des Kupfers auf diese Weise ohne Mitwirkung des Eisens Statt haben könne, von welchem auch gar keine Spuren in dem Innern der Kufe sich befanden. Es ist aber nicht dieser Theil der Erscheinung, welcher mir als der merkwürdigste vorkommt, sondern es ist die Cohäsion, die das aus einer Auflösung niedergeschlagene Kupfer erlangt; eine Cohäsion, die stark genug ist, um das Metall in der Kälte zu feinen Platten auszuschmieden, deren specifisches Gewicht, welches ich gleich 8,78 gefunden habe, ganz dem des geschmolzenen Kupfers gleichkommt. Eines dieser Stücke habe ich angefeilt, und eine eben so glänzende und so vollkommene Fläche erhalten, wie bei gewöhnlichem Kupfer."

Auch hinsichtlich der beträchtlichen Cohäsion, von der hier die Rede ist, kommt meine Kupfermasse mit denen des Hrn. Clement überein, obgleich ich, um das Stück nicht zu verderben, das Schmieden nicht versucht habe. Als ich indess dasselbe an einer Stelle anfeilte, zeigte es sich gerade so, wie es Clement beschreibt.

Da Hr. Mollerat seine Erklärung dieser merkwürdigen Herstellung des Kupfers bloss vermuthungs-

weise gegeben hat, ohne daſs sie sich auf einen direkten Versuch gründete, so hielt ich es nicht für unwichtig, durch einige Versuche auszumitteln, ob in der Vitriollauge auch wirklich ein Oxydulsalz vorhanden sey oder nicht.

Zunächst bat ich Hrn. Rhodius, mir, da er gerade im Begriffe war, nach seinem Vitriolwerk zu reisen, eine Portion der Lauge aus dem Sumpf zu senden. Dieſs geschah, und er schrieb mir dabei: „Ich habe den Sumpf auspumpen lassen, und an derselben Stelle, wo vor 3 Monaten das groſse Stück Kupfer, welches Sie dort haben, weggenommen worden war, befinden sich nun vier einzelne getrennte Stücke von der Gröſse einer Haselnuſs, eins über dem andern, im Holze festsitzend. — Ich habe solche nicht wegnehmen lassen, damit Sie gelegentlich dieses selbst in Augenschein nehmen können."

Durch diese Beobachtung widerlegt sich nun gänzlich die oben angegebene Vermuthung, als seyen eiserne Nägel das Herstellungsmittel dieses Kupfers gewesen. Wenn aber, muſs man fragen, auf diese oder auf jene Weise die Herstellung erfolgt, woher kommt es, daſs gerade an derselben Stelle, wo das frühere Stück abgenommen worden, wiederum neue Stücke sich gebildet haben? — Vielleicht bin ich im Stande diese Frage zu beantworten, wenn ich selbst die Untersuchung an Ort und Stelle vornehme, welches, wenn es anders meine dermalen sehr geschwächte Gesundheit gestattet, während der nächsten Ferien geschehen soll.

Zur Prüfung der erhaltenen Kupfervitriollauge aus dem Sumpf, worin diese Herstellung des Kupfers

Statt hatte, auf ein schwefelsaures Kupferoxydulsalz, verfuhr ich folgendermaßen. Ich füllte mit derselben eine lange, oben zugeschmolzene, Glasröhre an, und sperrte letztere auch mit Vitriollauge. Hierauf brachte ich unter die Mündung der Glasröhre eine heberförmig gebogene und mit rauchender Salpetersäure gefüllte Röhre, so daſs letztere in die Vitriollauge eintreten, und mit derselben sich mischen muſste. Ich erwartete nun eine, von der Zersetzung der Salpetersäure durch das Kupferoxydul herrührende, Salpetergasentwicklung, allein es zeigte sich kein Bläschen Gas. Hierauf änderte ich den Versuch dahin ab, daſs eine kleine vor der Lampe ausgeblasene Retorte mit Vitriollauge und rauchender Salpetersäure gefüllt, und dieselbe sogleich mit einer *S* Röhre verschlossen wurde. Das Gemisch wurde bis zum Sieden erhitzt, wobei sich zwar nur eine geringe, aber doch immer noch merkliche Quantität Salpetergas entwickelte. Eine Wiederholung dieses Versuchs gab dasselbe Resultat. Zu dieser mit Salpetersäure behandelten Vitriollauge setzte ich Aetzlauge, wodurch der bekannte blaue Niederschlag von Kupferoxydhydrat entstand. Als ich dagegen zu einer andern Portion Vitriollauge, die nicht mit Salpetersäure versetzt worden war, Aetzlauge setzte, war die Farbe des Niederschlags grün und am Boden ins Gelbliche sich ziehend. Nach 24 Stunden war indeſs der Niederschlag da, wo er die Luft berührte, blau geworden; die nächste darunter liegende Schicht war aber noch grün, und am Boden zeigten sich gelbe Streifen. Durch diese Versuche scheint mir nun bewiesen zu *seyn*, daſs in der untersuchten Vitriollauge ein Ku-

pferoxydulfalz fich befinde, und dafs folglich die Annahme des Hrn. Mollerat gegründet fey.

Wir erfehen hieraus, dafs bei der Calcination des Schwefelkupfers das Kupfer nicht vollftändig oxydirt, fondern zum Theil (oder vielleicht ganz) blofs oxydulirt werde.

Nach der ftöchiometrifchen Zufammenfetzung des durch Zufammenfchmelzen gebildeten Schwefelkupfers, fo wie des fchwefelfauren Kupferoxyds kann diefs auch gar nicht anders feyn; denn jenes enthält auf 1 Atom Kupfer 1 Atom Schwefel; diefes hingegen auf 1 At. Kupfer 2 At. Schwefel. Bei dem Calciniren diefes Schwefelkupfers kann alfo entweder blofs fchwefelfaures Kupferoxydul entftehen, in welchem eine gleiche Anzahl von Kupfer- und Schwefel-Atomen enthalten find, oder es mufs fich, fofern ein Theil des Schwefelkupfers in fchwefelfaures Kupferoxyd umgewandelt wird, ein bafifches Kupferoxydfalz bilden, wie diefs auch Mollerat angiebt. Es fragt fich, ob fchon in gewöhnlicher Temperatur die Löfung des fchwefelfauren Kupferoxyduls auf Koften des atmofphärifchen Sauerftoffs fich nach und nach oxydirt, oder ob diefs vielleicht erft beim anhaltenden Kochen der Lauge gefchieht? — Hierüber gedenke ich noch weitere Verfuche anzuftellen. So viel fcheint aus allem hervorzugehen, dafs verfchiedene Umftände bei der Umwandlung des Schwefelkupfers in Kupfervitriol obwalten. Ohne Zweifel hängt bei diefem Procefs fehr viel von dem Feuersgrade ab, der beim Röften des Schwefelkupfers gegeben wird, fo wie von der Dauer des Röftens.

Schlieſslich muſs ich nochmals des Umſtandes erwähnen, daſs, wie Clement bemerkt, merkwürdiger Weiſe die Bildung des metalliſchen Kupfers ſtets an der Stelle erfolgt, wo zwei Dauben der Kufe einander ſich berühren. Dieſs brachte mich auf den Gedanken, ob nicht vielleicht dieſe Kufe mit eiſernen Reifen umgeben war, und von dieſen aus die Herſtellung des Kupfers durch die Fuge zwiſchen je zwei Dauben erfolgte? — Nach den Verſuchen, die ich vor einigen Jahren über die durch Blaſenhäute und Papier erfolgende Reduction der Metalle *) angeſtellt habe, lieſse ſich wohl etwas der Art vermuthen. Da hierüber leicht durch ein Experiment zu entſcheiden iſt, ſo nahm ich ein Stück Eichenholz, ſpaltete es von einander, und höhlte die beiden Spaltungsflächen ſo aus, daſs das gebildete Loch eine Zinkſtange aufnehmen konnte.

Hierauf kittete ich die beiden getrennten Holzſtücke ſo zuſammen, daſs die Fuge in ihrer gröſsten Länge zu beiden Seiten frei blieb. Dieſes Holz brachte ich in die Vitriollauge, ſo daſs aber das Zink nirgends in unmittelbare Berührung mit derſelben kam. Seit vorgeſtern, wo das Holz in der Lauge ſteht, hat ſich noch kein Kupferniederſchlag auf der Fuge gebildet; allein es iſt wohl anzunehmen, daſs, wenn überhaupt auf dieſe Weiſe eine Herſtellung des Kupfers erfolgen kann, wahrſcheinlich eine längere Zeit hierzu erforderlich ſeyn werde.

Daſs indeſs auf ſolche Weiſe die Herſtellung des Kupfers in der Vitriolhütte des Hrn. Rhodius keineswegs vor ſich gegangen ſeyn könne, geht daraus hervor, daſs der mehrgedachte Sumpf nicht mit eiſernen, ſondern mit hölzernen Reifen umgeben iſt, wie ich erſt ſpäterhin erfahren habe, daſs mithin Eiſen weder die unmittelbare noch mittelbare Urſache dieſer merkwürdigen Reduction des Kupfers geweſen ſeyn könne.

Was meine weiteren Unterſuchungen für ein Reſultat geben werden, werde ich zu ſeiner Zeit zur öffentlichen Kenntniſs bringen.

*) Schweigger's Journ. n. R. B. VI. S. 119.

X.

Unterſuchung zweier neuen Mineralien,

von

J. J. Berzelius *).

1. Phosphorſaure Yttererde.

Dieſs Mineral iſt von Herrn Tank d. j. in der Nähe von *Lindesnäs* in Norwegen beim Sprengen eines Ganges gefunden, deſſen Hauptmaſſe ein grobkörniger Granit war. Es kam nur ein einziges Exemplar vor. Die Form deſſelben war unregelmäſsig, beſaſs kryſtalliniſche Streifungen. Die Farbe war gelbbraun, ähnlich manchen Frederikswärner Zirconen. Spezifiſch. Gewicht = 4,5577 bei + 16°. Wird leicht vom Meſſer geritzt, hat blättrigen Bruch in mehr als einer Richtung. Querbruch: uneben, ſplittrig, mit Fettglanz. Blättriger Bruch von Harzglanz. An dünnen Kanten durchſcheinend.

Vor dem Löthrohr hat es im Allgemeinen groſse Aehnlichkeit mit dem phosphorſauren Kalke, unterſcheidet ſich aber von dieſem durch ſeine Unſchmelzbarkeit für ſich und durch ſeine viel gröſsere Schwerlöslichkeit im Phosphorſalze. Mit Boraxſäure und Eiſen giebt es Phosphoreiſen in Menge. Es iſt ſelbſt in concentrirten Säuren unauflöslich.

*) Auszug aus den Abhandl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſ. St. W. J. 1824.

Der Gang der Analyſe war folgender: Nachdem das Mineral mit kohlenſaurem Natron geſchmolzen war, wurde die Maſſe mit Waſſer ausgezogen, wobei eine blaſsgelbe Erde zurückblieb. Die alkaliſche Flüſſigkeit mit Eſſigſäure geſättigt, zur Trockne verdampft, der Rückſtand wieder in Waſſer gelöſt (wobei eine geringe Spur von Kieſelerde zurückblieb) und mit Bleizucker gefällt, was immer $\ddot{Pb}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2$ iſt, wie es ſich auch aus ſeiner Zerlegung ergab, beſtimmte die Menge der Phosphorſäure. Da man in jedem natürlichen phosphorſauren Salze Fluſsſäure vermuthen kann, ſo wurde eine geringe Menge dieſes Foſſils auf dieſe Säure unterſucht und es zeigten ſich auch unverkennbare wiewohl unbedeutende Spuren von derſelben. Das nach dem Ausſüſsen mit Waſſer ungelöſt zurückgebliebene Pulver ward mit Salzſäure digerirt, welche etwas Kieſelerde und unzerſetztes Steinpulver hinterlieſs. Die Auflöſung ward in eine Auflöſung von kohlenſaurem Ammoniak getröpfelt, wobei ſich der anfängliche Niederſchlag ohne Rückſtand wieder auflöſte. Die Flüſſigkeit wurde verdampft, der Salmiak verjagt, der Rückſtand in Salzſäure aufgelöſt und zur Trockne verdampft. Beim Wiederauflöſen in Waſſer blieb eine dunkle braune Subſtanz zurück, die baſiſches phosphorſaures Eiſenoxyd war, dem das Mineral ſeine Farbe zu verdanken ſcheint. Es wurde durch einen beſonderen Verſuch ausgemittelt, daſs das Mineral kein Cerium enthielt. Daſs die mit der Phosphorſäure verbundene Erde wirklich Yttererde war, zeigte ſich durch den zuckerſüſsen Geſchmack der Auf-*löſung*, ſo wie durch das ſchweranflösliche amethyſt-

farbene Salz, welches sie mit Schwefelsäure gab, und welches mit Beibehaltung seiner Form verwitterte und milchweiſs wurde.

Das Resultat der Analyse war:

Yttererde	62,58
Phosphorsäure mit etwas Fluſssäure	33,49
Basisch phosphors. Eisenoxyd	3,93
	100,00

Die Formel für die Zusammensetzung dieses Minerals ist folglich $\dot{Y}^3 \ddot{\dot{P}}^2$, und es ist analog dem natürlichen phosphorsauren Kalke. So lange zwischen Yttererde und Phosphorsäure kein anderer Verbindungsgrad vorkommt, ist wohl auch kein anderer Name für dieses Mineral nothwendig, als: *phosphorsaure* Yttererde.

2. Polymignit.

Dieses Mineral, welches seinen Namen in Bezug auf seine sehr zusammengesetzte Natur erhalten hat (von *πολὺς* viel, und *μιγνύω* ich mische) kommt im Zirconsyenit in der Gegend von Fredrikswärn in Norwegen vor. Es ist schwarz und völlig undurchsichtig; krystallisirt mehr oder weniger regelmäſsig in langen schmalen, rechtwinklig vierseitigen Prismen, fast immer mit abgestumpften Kanten. Die Art der Zuspitzung konnte noch nicht deutlich erkannt werden. Die Länge der Krystalle ist verschieden, von 1 bis 4 Linien. Specifisches Gewicht = 4,806. Ritzt Glas und ist nicht vom Messer ritzbar. Bruch ist schalig, ohne Zeichen von Durchgängen. Die Krystallflächen glänzen stark, *fast mit* Metallglanz, und noch mehr

die Bruchflächen. Giebt ein braunes Pulver, das um so heller wird, als es feiner wird.

Vor dem Löthrohr ist es ganz unveränderlich, schmilzt weder, noch verliert es den Glanz. Giebt kein Wasser. Borax löst es leicht zu einem von Eisen gefärbten Glase auf, das bei grösserem Zusatze die Eigenschaft erhält, unklar geflattert werden zu können, wo es sich dann ins Brandgelbe zieht. Mit Zinn geschmolzen giebt es eine rothgelbe Farbe. Wird auch leicht vom Phosphorsalze aufgelöst. Das Glas wird vom Reductionsfeuer röthlich und von Zinn nicht verändert. Von kohlensaurem Natron wird es, ohne zu schmelzen, zu einer graurothen Masse zersetzt. Giebt bei der Reduction Spuren von Zinn.

Die ganze zur Analyse vorhandene Menge betrug nicht mehr als 0,658 Gramm, und der Hr. Berzelius bemerkt, dass, wenn man mit einer solchen Menge sowohl die Natur als Gewichtsmenge der Bestandtheile bestimmen solle, das Resultat nicht genau werden könne; vor allem, da hier Körper zusammen vorkommen, die man bisher noch nicht quantitativ zu trennen vermochte; wie Zirconerde und Titansäure, Yttererde und Manganoxydul.

Nachstehendes war der Gang der Analyse:

A. Da das feingepulverte Mineral durch concentrirte Schwefelsäure zersetzt wird, so wurde es zunächst mit dieser zerlegt. Die schwefelsauren Salze, in Wasser aufgelöst, hinterliessen ein weisses Pulver, das mit siedend heissem Wasser lange ausgesüsst und darauf geglüht wurde. In der Meinung, dass es Tantalsäure sey, ward es mit saurem schwefelsauren Kali *geschmolzen*; es gab damit eine geflossene, klare, gel-

be Masse, aus welcher Wasser das Salz auszog und die weisse Substanz zurückliess. Die Letztere mit Hydrothion-Ammoniak übergossen, ward grün; die überstehende Flüssigkeit abfiltrirt, hinterliess nach dem Verdampfen Spuren eines Schwefelmetalles, das Schwefelzinn zu seyn schien. Der grüne, ungelöste Körper ward mit Salzsäure übergossen und löste sich in dieser bis auf eine geringe Spur des obigen Schwefelmetalles völlig auf. Die erhaltene Substanz war also keine Tantalsäure, denn diese ist in Salzsäure unauflöslich.

Die Auflösung war gelb. Um das Aufgelöste vom Eisen zu trennen, ward sie mit Weinsteinsäure versetzt und dann mit Ammoniak übersättigt. Die Absicht war, das Eisenoxyd zurückzubehalten und den weissen Körper auszufällen; allein diess geschah nicht. Man fällte darauf das Eisen mit Hydrothion-Ammoniak, löste den Niederschlag in Königswasser und fällte ihn wieder durch Aetzammoniak.

B. Die übrigbleibende Flüssigkeit wurde mit salzsaurem Kalk gefällt, der Niederschlag gewaschen, zur Zerstörung der Weinsäure geglüht und mit Salzsäure der Kalk ausgezogen. Dabei blieb ein weisses Pulver zurück, welches, so lange es noch warm war, gelb erschien; nach dem Erkalten aber weiss. Vor dem Löthrohr ergab sich dieses als Titansäure.

C. Die Auflösung in Schwefelsäure von (*A*) und das Waschwasser wurden mit Aetzammoniak gefällt; der Niederschlag abfiltrirt und gewaschen. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wurde Kalk mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, und in kohlensauren Kalk verwandelt. Die mit oxalsaurem Ammoniak gefällte

Flüssigkeit zur Trockne verdampft und der Rückstand geglüht, gab ein Salz, welches Kali und Talkerde enthielt.

D. Das in *C* durch Ammoniak gefällte, wurde in verdünnter Schwefelsäure gelöst, welche eine Substanz ungelöst zurückliefs, die nach dem Glühen hellgelb ward.

E. Die Auflösung in Schwefelsäure (*D*) und das Waschwasser wurden nahe mit Ammoniak gesättigt, und darauf mittelst Kochen so lange schwefelsaures Kali darin aufgelöst, als noch ein Niederschlag dadurch entstand. Der Niederschlag wurde erst mit reinem und dann mit Ammoniak gemischtem Wasser ausgewaschen und nun geglüht, wobei er sich gelb färbte. Er ward der Substanz in *D* hinzugefügt, mit etwas saurem schwefelsauren Kali zusammengeschmolzen und hierauf mit Wasser digerirt, welches nachgehends durch Ammoniak unbedeutend getrübt ward. Er wurde nun aufs Filtrum genommen, zuerst mit Weinsäure, und da diese einen guten Theil ungelöst zurückliefs, mit concentrirter Salzsäure behandelt. Was letztere nach fortgesetzter Digestion nicht auflöste, wurde abgeschieden, geglüht und gewogen. Es verhielt sich wie Titansäure. Die Auflösung in Wein- und Salzsäure ward mit Ammoniak vermischt und übersättigt, wodurch sich aber nichts fällte. Hydrothion-Ammoniak schlug hierauf Schwefeleisen nieder, das man in Eisenoxyd verwandelte. Die Flüssigkeit wurde zur Trockne verdampft und die Salze durch Glühen zerstört, worauf eine in Salzsäure unauflösbare weisse Erde zurückblieb, die sich in concentrirter Schwefelsäure auflöste und in allen Stücken der Zir-

konerde gleich war. Wegen dieses Zirkonerdegehaltes ist es klar, dafs hier alle Titansäure mit einem Antheile Zirkonerde verunreinigt seyn müsse, von der schwerlöslichen Beschaffenheit, in der sie durch Behandlung mit schwefelsaurem Kali versetzt wird. Auf der anderen Seite liefsen sich auch Spuren von Titansäure in der Zirkonerde entdecken.

F. Die in *E* durch schwefelsaures Kali kochend gefällte Flüssigkeit ward mit Weinsäure versetzt, mit Ammoniak übersättigt und mit Hydrothion-Ammoniak gefällt. Das gefällte Schwefeleisen ward in Eisenoxyd verwandelt. Die übrige Salzmasse wurde abgeraucht und um die Bildung von Hepar zu verhindern, mit einem Zusatz von Salpeter geglüht. Die Salze, welche Alkali in Ueberschufs enthielten, wurden mit Wasser ausgezogen, worauf Salzsäure in der Kälte die übrigbleibende Erde auflöste. Die Auflösung mit Aetzammoniak gefällt, gab einen Niederschlag, der auf dem Filtrum gelbbraun und schwarz beim Glühen ward. Die ammoniakalische Flüssigkeit gab mit oxalsaurem Ammoniak einen Niederschlag, der beim Glühen schwarz wurde und Manganoxyd war, verunreinigt mit etwas Kalk.

G. Das durch Ammoniak Gefällte löste sich in Salzsäure mit schwachem Geruch von Chlor auf, und die Auflösung gab, nach Sättigung mit schwefelsaurem Kali, einen citronengelben Niederschlag von schwefelsaurem Ceroxyd-Kali, aus dem durch Aetzkali, Ceroxyd erhalten ward. Das Uebrige verhielt sich wie Yttererde verunreinigt mit Manganoxyd.

Auf diese Art ergab sich für die Zusammensetzung des Minerals, in Procenten:

Titansäure	46,3
Zirconerde	14,14
Eisenoxyd	12,20
Kalkerde	4,2
Manganoxyd	2,7
Ceroxyd	5,0
Yttererde	11,5
	96,3

nebst Spuren von *Talkerde*, *Kali*, *Kieselerde* und *Zinnoxyd*.

Berzelius bemerkt, dass der Verlust grösser sey, als er sich hier zeige, weil Mangan, Eisen und wahrscheinlich auch das Cerium im Minerale als Oxydule vorhanden sind, und es überdiess natürlich sey, dass man auf diese Analyse keine Berechnung stützen könne. Alles was sich folgern liesse wäre: dass das Mineral eine Verbindung von Zircontitanat mit mehreren anderen isomorphen Titanaten sey.

XI.

Nachträgliche Versuche und Beobachtungen über die Anwendung elektrischer Combinationen zur Beschützung des Kupferbeschlages der Schiffe und zu anderen Zwecken;

von

Sir Humphry Davy. *)

Ich habe früherhin die Ehre gehabt, der K. Gesellschaft die Resultate meiner ersten Untersuchungen vorzulegen, über das Verfahren, die chemische Wirkung der flüssigen Mittel wie z. B. der Salzlösungen, oder des lufthaltigen Seewassers, auf Kupfer durch Vereini-

*) Annal. of Philosoph. Apr. 1825. Die frühere Arbeit Davy's über den vorliegenden Gegenstand ist im ersten Theil der Phil. Transact. für 1824 bekannt gemacht. Nachstehendes möchte das Wesentliche des Inhaltes seyn:

Wenn ein polirtes Stück Kupfer mehrere Wochen lang in Seewasser aufbewahrt wird, so ist der erste Erfolg der gegenseitigen Einwirkung beider, dass sich innerhalb 2 oder 3 Stunden das Kupfer mit einem gelben Beschlag überzieht und das Wasser wolkig wird. Die Farbe des Trübenden ist anfangs weiss, wird aber allmählig grün und innerhalb eines Tages hat sich am Boden des Gefässes ein blaugrüner Niederschlag abgesetzt, der fortwährend anwächst. Zu gleicher Zeit wird die Oberfläche des Kupfers zerfressen, zeigt sich roth im Wasser, und grün wo sie mit der Luft in Berührung ist. Allmählig setzt sich auch kohlensaures Natron auf dieser grünen Materie ab, und diese Veränderungen fahren fort, bis dass das Wasser nur

gung desselben mit einem leichter oxydirbaren Metalle zu verhindern. Vor einigen Monaten bin ich zu einer neuen Reihe von Versuchen über diesen für die Schifffahrt und den Handel unseres Landes so höchst wichtigen Gegenstandes veranlaſst worden, die ich in

wenig Salz enthält. Der grüne Niederschlag scheint eine unlösliche Kupferverbindung (der beiläufigen Prüfung nach, ein wasserhaltiges basisch-salzsaures Salz) mit Magnesiahydrat zu seyn.

Man hat allgemein vorausgesetzt, daſs diese Einwirkung des Seewassers nur bei unreinem Kupfer Statt finde. Dieſs ist aber nicht der Fall. Kupfer, was man als völlig rein betrachten konnte und sehr verschiedenartige Proben dieses Metalles, die von dem Navy Board an die Royal Society gesandt waren, und in ihrer Dauerhaftigkeit stark von einander abwichen, zeigten nur sehr unbeträchtliche Differenzen, wenn sie der Einwirkung des Seewassers ausgesetzt würden.

Die Zerfressung des Kupfers muſs also einen anderen Grund haben. Den Ansichten gemäſs, welche Davy vor 14 Jahren über die Natur der Chlorverbindungen aussprach und jetzt allgemein angenommen sind, können Natron und Magnesia nicht anders frei werden im Seewasser, als wenn eine Verschluckung oder Ueberführung von Sauerstoff Statt findet. Es ist daher nöthig, daſs hier Wasser zersetzt oder Sauerstoff aus der Luft verschluckt werde. Ersteres geschieht nicht, weil Davy fand, daſs kein Wasserstoffgas entwickelt wird. Es muſs also nothwendig der Sauerstoff der Luft hier als das Wirkende angesehen werden; dieſs hat sich völlig bestätigt, denn wenn man Seewasser, durchs Sieden oder durchs Auspumpen luftfrei macht und das Kupfer mit diesem in einem luftleeren Recipienten oder in einer Wasserstoffgasatmosphäre in Berührung bringt, so findet keine Einwirkung auf dasselbe Statt; gegentheils zeigt sich eine Absorbtion von atmosphärischer Luft, wenn man bei Gegenwart dieser, in einem verschlossenen Gefäſse Kupfer mit Seewasser in Berührung bringt.

einem sehr grofsen Maafsstabe anstellen konnte, da mich die Bevollmächtigten des Navy Board und der Schiffswersten, aufgefordert durch Lord Melville und die übrigen Lords der Admiralität, mit allen den Hülfsmitteln unterstützten, welche unsere vortrefflichen Schiffsanstalten zu Chatham und Portsmouth zu

In der Bakerschen Vorlesung für 1806 „sagt Herr Davy" sprach ich die Hypothese aus, dafs chemische oder elektrische Veränderungen identisch seyn oder von einer nämlichen Eigenschaft der Materie abhängen möchten. Dieser Ansicht gemäfs, welche von Hrn. Berzelius und anderen Physikern angenommen ward, habe ich gezeigt, dafs chemische Attractionen, durch Aenderungen im elektrischen Zustand der Materie, erhöht, abgeändert, und zerstört werden können; dafs sich Substanzen nur dann verbinden, wenn sie in einem verschiedenen elektrischen Zustande sind und dafs, wenn man einen natürlich positiven Körper, künstlich in einen negativen Zustand versetzt, seine Fähigkeit, Verbindungen einzugehen, zugleich mit zerstört wird. Es war eine Anwendung dieses Princips, durch welches ich 1807 die alkalischen Basen von ihrem Sauerstoffe trennte.

Durch gleiche Schlüsse ward ich auf die Entdeckung geleitet, welche Gegenstand dieses Aufsatzes ist.

Kupfer ist in der elektrochemischen Reihe nur ein schwach positives Metall und kann meinen Ideen zufolge nur dann auf Seewasser wirken, wenn es im positiven Zustande ist. Könnte es mithin negativ gemacht werden, so würde die Einwirkung des Seewassers auf ihn Null seyn, und wie auch immer die Unterschiede zwischen den verschiedenen Theilen (Kinds) des Kupferbeschlages der Schiffe und ihrer gegenseitigen Einwirkung auf einander beschaffen seyn mögen, so mufs jede chemische Wirkung aufgehoben werden, wenn man die ganze Oberfläche negativ macht. Nach kurzen Umwegen gelangt nun Hr. Davy zu dem Verfahren, was auch in dem Texte enthalten ist. Ein Zinnstück ward mit einer polirten Kupferplatte von

liefern im Stande sind. Es ist mir freilich jetzt unmöglich, mehr als eine kurze Notiz von den Versuchen zu geben, die ich unter sehr abgeänderten Umständen angestellt habe; doch kann ich nicht umhin, mit Vergnügen zu sagen, dass die Resultate sehr genügend waren und selbst meine eigenen Erwartungen übertrafen.

20 Mal so grosser Oberfläche zusammengelöthet, und beide darauf in Seewasser gestellt, das mit etwas Schwefelsäure angesäuert war. Als es drei Tage darauf untersucht ward, zeigte sich, dass das Zinn zerfressen, das Kupfer aber vollkommen glänzend geblieben war, auch hatte sich die Flüssigkeit nicht getrübt. Bei einem vergleichenden Versuche, wo mit derselben Flüssigkeit nur Kupfer für sich allein angewandt ward, fand eine merkliche Zerfressung desselben Statt, so wie eine deutlich blaue Färbung der Flüssigkeit.

Wenn also $\frac{1}{20}$ der Kupferfläche an Zinn die Wirkung des mit Schwefelsäure angesäuerten Seewassers verhindern kann, so hatte ich keinen Zweifel, „fährt Davy fort" dass noch geringere Mengen, die nur von den locker gebundenen Sauerstoff bedingte Wirkung des Seewassers völlig aufzuheben im Stande seyen; der Versuch zeigte auch auf das Entschiedenste, dass durch $\frac{1}{200}$ Zinn die Zerfressung des Kupfers verhindert wird.

Bei weiterer, mit Hrn. Faraday gemeinschaftlich betriebener Untersuchung zeigte sich jedoch, dass Zinn nach einer Woche mit einem unlöslichen basisch salzsaurem Salze bekleidet wird, welches die schützende Kraft des Metalles unterbrach. Zink oder Eisen, gleichviel ob Schmiede- oder Gusseisen, erlitten keine Verringerung ihrer Kraft. Beim Zink sank der entstandene weisse Niederschlag schnell zu Boden und beim Eisen, welches einen dunkel orangefarbenen Niederschlag veranlasste, fand man selbst nach mehreren Wochen weder das Kupfer zerfressen noch Kupfer in der Auflösung. Ein Zinkstück von der Grösse einer Erbse oder die Spitze eines eisernen Nagels war hinreichend, um 40 bis 50 Quadratzoll Kupfer *zu beschützen* und es war völlig gleich, ob diese Metalle oben,

Kupferplatten, armirt mit $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{1000}$ ihrer Fläche an Zink, Schmiede- und Gußeisen wurden mehrere Wochen lang dem Fluthstrome im Hafen von Portsmouth ausgesetzt und ihr Gewicht vor und nach dem Versuche bestimmt. Wenn der metallische Beschützer $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{150}$ betrug, so fand weder Zerfressung noch Abnahme an Kupfer Statt; bei geringerer Menge desselben, wie z. B. von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}$, erlitt das Kupfer einen Verlust, der in dem Maaße größer war, als des schützenden Metalles weniger genommen wurde. Die Allgemeinheit dieses Princi-

unten oder in der Mitte der Kupferplatte angebracht wurden; eben so, ob das Kupfer gerade, gebogen oder aufgerollt war. Es machte auch keinen Unterschied, wenn von mehreren durch Drähte, selbst von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke, mit einander verbundenen Kupferplatten nur eine einzige unmittelbar armirt worden. Das Kupfer blieb in allen seinen Theilen glänzend, während das Eisen oder Zink angefressen ward. Eben so befriedigend waren die Resultate als ein Zoll langes Stück eines eisernen Nagels, durch einen nahe 12 Zoll langen Kupferdraht mit einer Kupferplatte von 40 Quadratzoll verbunden ward; als zusammengelöthetes Zink und Kupfer einen Bogen bildend, in zwei verschiedene Gefäße mit Seewasser eingetaucht wurden, die durch angefeuchtetes Werg mit einander verbunden waren, und als an verschiedenen Theilen der nämlichen Kupferplatte mehrere Zinkstücke, oder ein Zinkstück am oberen und ein Eisenstück am unteren Ende derselben befestigt wurden. Endlich ward auch das Größenverhältniß des Kupferbeschlages eines Schiffes zum Oceane annähernd nachgeahmt, indem man sehr dünne Kupferdrähte einmal unbewaffnet und einmal mit Zinkstückchen armirt dem Seewasser in großen Gefäßen aussetzte. Das Resultat war das nämliche, wie bei allen übrigen Versuchen; die armirten Drähte erlitten keine Veränderung und die unbewaffneten ließen an und setzten ein grünes Pulver ab.

pes mag ſich daraus ergeben, daſs ſelbſt $\frac{1}{1000}$ Theil von Guſseiſen das Kupfer noch in einem gewiſſen Grade beſchützte. Der Beſchlag von Böten und Schiffen der in verſchiedenen Verhältniſſen durch Berührung mit Zink, Guſs- und Schmiedeeiſen geſchützt war, zeigte eine glänzende Oberfläche, während der unbeſchützte Beſchlag ähnlicher Böte und Schiffstheile eine ſchleunige Zerfreſſung erlitt, erſt roth ward, darauf grün und nun einen Theil ſeiner Subſtanz in Schuppen verlor.

Glücklicherweiſe ergab ſich im Laufe der Verſuche, daſs Guſseiſen, als die wohlfeilſte und am leichteſten zu verſchaffende Subſtanz, zugleich diejenige iſt, welche ſich am Beſten zur Beſchützung des Kupfers eignet. Es hält länger vor wie Schmiedeeiſen oder Zink, und die Graphit ähnliche Maſſe, welche nach Einwirkung des Seewaſſers auf ihm zurückbleibt, erhält ſeine urſprüngliche Form, ohne die elektriſche Wirkſamkeit des zurückbleibenden Metalles zu verhindern.

Ich hatte die Ablagerung alkaliſcher Subſtanzen auf das negativ elektriſche Kupfer, unter gewiſſen Bedingungen, vorhergeſagt. Dieſs hat ſich nun wirklich beſtätigt. Einige Kupferplatten, welche mit $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{80}$ ihrer Oberflächen an Zink und Eiſen armirt, beinahe vier Monate lang der Einwirkung des Seewaſſers ausgeſetzt wurden, bedeckten ſich mit einer weiſsen Maſſe, welche, wie es die chemiſche Zerlegung erwieſs, aus kohlenſaurem Kalk, kohlenſaurer Talkerde und Talkerdehydrat beſtand. Daſſelbe ereignete ſich bei zwei Hafenböten, von welchen das eine mit einem

Zinkstreifen, das andere mit einem Eisenstreifen, von $\frac{1}{75}$ der Kupferfläche armirt waren.

Diese Platten und Böte blieben mehrere Wochen hindurch vollkommen glänzend; späterhin bedeckten sie sich jedoch mit kohlensaurem Kalk und Talk, und es setzten sich auf dieser Bekleidung Pflanzen und Gewürme ab. Bei Kupferplatten hingegen, die mit Gusseisen oder Zink in einem geringeren Verhältnisse als $\frac{1}{150}$ armirt worden und deren elektrischer Zustand also weniger negativ, mehr neutral und nahe im Gleichgewicht war mit dem des flüssigen Mittels, fand keine solche Ablagerung alkalischer Substanzen oder Anhaftung von Vegetabilien Statt, sondern ihre Oberfläche blieb vollkommen glänzend, obgleich sie einen geringern Grad von Auflösung erlitten hatte. *Dieser Umstand ist von grosser Wichtigkeit, da er die Gränzen der Beschützung ausspricht* und die Anwendung einer sehr kleinen Quantität des oxydirbaren Metalles in der That vortheilhafter macht, als die einer grösseren.

Die Abnutzung des Gusseisens geschieht so langsam, dass eine Masse von zwei oder drei Zoll Dicke wohl mehrere Jahre vorhalten kann; wenigstens schienen die Versuche, welche nahe vier Monate lang fortgesetzt wurden, kein grösseres Verhältniss anzuzeigen. Jedoch muss dieser Verbrauch von dem Verhältnisse der Masse des Eisens zu der des Kupfers abhängen, und auch von anderen Umständen (wie z. B. von der Temperatur, dem relativen Salzgehalt des Meerwassers, und vielleicht von der Schnelligkeit des Schiffes in seinem Laufe), über die ich ausser Stande war, entscheidende Versuche anzustellen.

Mehrere sonderbare Thatsachen haben sich im Verlaufe meiner Untersuchungen ergeben, von welchen ich hier nur einige erwähne, die sich bei wiederholten Versuchen bestätigt haben, und mit dem Allgemeinen der Wissenschaft in Verbindung stehen.

Schwache Salzlösungen wirken stark auf Kupfer; stärkere hingegen wie Seewasser (brine), greifen es nicht an. Der Grund hievon scheint der zu seyn, dass sie wenig oder keine atmosphärische Luft enthalten, deren Sauerstoff hier nöthig scheint, um ein flüssiges Auflösungsmittel dieser Art negativ zu machen (to give the elektro-positive principle of change to menstrua of this class). Ich hatte das Resultat dieses Versuches und ähnlicher anderer vorhergesehen.

Alkalische Lösungen z. B. verhindern die Wirkung des Seewassers auf Kupfer, da sie die positiv elektrische Kraft besitzen, welche das Kupfer negativ macht. Selbst Kalkwasser macht auf diese Art die Einwirkung des Seewassers auf Kupfer zu Null. *)

Die elektrische und chemische Wirkung strebt beständig dahin, Gleichgewicht unter den elektrischen Kräften zu erzeugen; die Thätigkeit aller aus Metallen und Flüssigkeiten gebildeten Combinationen ist: Zersetzungen von der Art zu veranlassen, dass Alkalien, Metalle und brennbare Stoffe zum negativen Theile der Combination gelangen; Chlor, Jod, Sauerstoff und saure Substanzen aber zum positiven Theile. Ich habe in der Bakerschen Vorlesung für 1806 gezeigt,

*) Ich bin gegenwärtig beschäftigt diess Princip auf Versuche über die Aufbewahrung thierischer und pflänzlicher Stoffe anzuwenden.

dafs dieses für die Voltasche Säule hinreicht. Das nämliche Gesetz läfst sich auf schwächere Combinationen dieser Art anwenden. Wenn Kupfer in Berührung mit Gufseisen, in ein zur Hälfte mit Seewasser gefülltes Gefäfs gestellt wird, so dafs ein Theil seiner Fläche über dem Wasser befindlich ist, so wird es mit kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Talkerde und kohlensaurem Natron bedeckt und das letztere häuft sich allmählig in dem Maafse an, dafs die Oberfläche an der Luft gänzlich mit seinen Krystallen bedeckt wird. Wenn das Eisen in einem Gefäfse steht, das Kupfer, mit ihm einen Bogen bildend, in einem anderen, und dazwischen ein drittes Gefäfs mit Seewasser durch Baumwolle oder Asbest mit diesen in Verbindung gesetzt wird; so verliert das Wasser in dem letzteren fortdauernd von seinem Salzgehalte, und könnte sonder Zweifel durch längere Fortsetzung dieses Prozesses süfs gemacht werden.

Ich will die K. Gesellschaft nicht mit Aufzählung einiger nahe liegenden praktischen Anwendungen dieser Untersuchungen belästigen, wie z. B. sind: die Bewahrung fein getheilter astronomischer Instrumente von Messing durch Eisen, die der Instrumente von Stahl durch Eisen oder Zink u. s. w.; da mein Freund Herr Pepys die letztern schon zu seinem Vortheile benutzt hat, indem er zarten Schneideinstrumenten, Handgriffe oder Futterale mit Zinkbeschlag ertheilt, und viele Anwendungen der Art möglich sind. *)

*) Der Dr. Bostock hat (Ann. of Phil. 1824. Sept. p. 176.) versucht durch das Davysche Verfahren auch die Kupfergefäfse zum Gebrauch der Küche gefahrlos zu machen und deshalb

eine Reihe von Versuchen über die Beschützung des Kupfers gegen Essigsäure mittelst Zinn, angestellt. Das Verfahren wird indess zu diesem Behufe, wie ähnliche in früherer Zeit, die auf die Nichtauflösbarkeit der völlig gereinigten Kupferfläche in vegetabilischen Säuren gegründet waren, wenn die Luft abgehalten wird, schwerlich die erforderliche Sicherheit gewähren. Hr. B. scheint sich auch selbst von der Unzulänglichkeit des Mittels überzeugt zu haben, wenn gleich das Argument hierzu: in consequence of the volatile nature of the acid (der Essigsaure) mir nicht recht einleuchtend scheint. *P.*

XII.

Ueber das scharlachrothe basisch chromsaure Blei und seine Anwendung zum Malen und zum Calicodruck,

von

John Badams *).

Es ward in den Annales de Chimie für 1812 **) vom Hrn. Dulong angegeben, dass, wann man kohlensaures Blei mit einer Lösung von chromsauren Kali im Ueberschusse kocht, ein rothes basisch chromsaures Blei erzeugt werde, das genau doppelt so viel Blei als das gewöhnliche Chromgelb enthalte. Zehn Jahre hernach wiess Grouvelle in derselben Zeitschrift (Ann. de ch. et ph. T. XVII. p. 352.) das Daseyn eines rothen chromsauren Bleies nach und gab mehrere

*) Ann. of Phil. Apr. 1825. p. 303. Auszug.

**) Ann. de Chimie Tom. 82. p. 292. An der nämlichen Stelle sagt Hr. Dulong, dass das von ihm dargestellte rothe chromsaure Bleioxyd aus Krystallen bestand, die aber zu klein waren, als dass man ihre Form selbst mit der Loupe erkennen konnte. Im Journ. of Science Apr. 1825. p. 155. bemerkt Hr. M. F. (Faraday?), dass, wenn man einer *sehr alkalischen* Lösung von chromsaurem Kali eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Blei hinzusetze, und einige Zeit hindurch stehen lasse, sich kleine rothe Krystalle in der Flüssigkeit bilden, welche zufolge der Untersuchung, in allen ihren Kennzeichen mit dem natürlichen chromsauren Bleioxyd aus Sibirien übereinkommen. (?) P.

Darstellungsarten desselben an, ohne jedoch der Entdeckung Dulongs zu erwähnen. Grouvelle's Methode das rothe chromsaure Blei zu bereiten besteht darin, dass man das gelbe Salz mit Kali kocht. Diess ist zur praktischen Anwendung desselben zweckmässiger als das Verfahren Dulongs und giebt ein sehr schönes Pigment. Durch einige unerklärliche Missgriffe hat aber der erstere Chemiker die Natur der auf diese Art erzeugten Verbindung gänzlich verkannt und er widerspricht sich selbst, denn er sagt an einer Stelle, dass in dem von ihm untersuchten gelben, rothen und natürlichen chromsauren Blei, das Verhältniss der Säure zur Base genau das nämliche sey und nur das rothe 0,01 bis 0,015 Kali enthalte, während er auf der folgenden Seite sagt, dasselbe enthalte mehr Oxyd wie das neutrale gelbe Salz. Grouvelle behauptet ferner, dass er in dem Roth-Bleierz von Sibirien eine geringe Menge Kalk gefunden habe, obgleich es ein gelbes Pulver giebt, was es seiner Annahme nach, nicht thun müsste, falls es wirklich Kalk enthielt.

Ich werde nun zeigen, dass die Analyse dieses Chemikers gänzlich unrichtig ist.

a) 100 Grn. des rothen chromsauren Bleies wurden unter beständigem Umrühren mit verdünnter Essigsäure digerirt, wobei es nach und nach eine rein gelbe Farbe bekam. Dieses Pulver gewaschen, bei 60° F. getrocknet, wog 60 Gran und ergab sich durch Untersuchung als neutrales chromsaures Blei.

b) Die Essigsäure, welche die fehlenden 40 Gran aufgelöst enthielt, ward zur Krystallisation verdampft und lieferte die wohlbekannten Bleizuckerkrystalle. *Diese in Wasser* gelöst und mit kohlensaurem Ammo-

niak im Ueberschusse gekocht, gaben 46 Gr. kohlens. Blei = nahe 38,45 Bleioxyd. Die Differenz 40—38,45 rührt von der unvollkommnen Fällung des Bleies durch kohlens. Ammoniak her.

c) Als nun die ammoniakalische Flüssigkeit im Platintiegel verdampft, und der Rückstand geglüht ward, blieb nur ein Fleck von Blei, und kein Kali zurück; wie es sich mit Kurkumäpapier ergab.

Ich habe mich durch wiederholte Versuche überzeugt, daſs jene 40 Gran, welche 100 Gran rothes chromsaures Blei verlieren, nur Bleioxyd und die übrigbleibenden 60 Gr. nur gelbes chromsaures Bleioxyd sind. Demnach besteht von den chromsauren Bleioxydsalzen,

	das gelbe, aus:		das rothe, aus:	
Chromsäure	31,7	1 At.	18,84	1 At.
Bleioxyd	68,3	1 -	81,16	2 -

Zur weiteren Bestätigung dieser Zusammensetzung des rothen Bleisalzes, will ich noch anführen, daſs, als ich 60 Gr. des gelben chromsauren Bleioxyd mit 40 Gr. Bleioxyd zusammenrieb und von Zeit zu Zeit etwas heiſses Wasser zusetzte, sich beide zu rothem basisch chromsauren Blei vereinigten.

Die Anwendung dieses rothen Bleisalzes zum Calicodruck auf Kattun, bedarf keiner Anweisung für denjenigen, der mit der Art bekannt ist, das Chromgelb auf diese Zeuge zu befestigen. Ich bemerke nur für den Arbeiter, daſs salpetersaures Blei (Bleizucker? [P.]) und eine alkalische Lösung von chromsauren Kali hier die Farbe geben. Auch kann derselbe überdieſs einige unlösliche Bleisalze in die Poren des Zeuges

einführen, um der Farbe mehrere Festigkeit zu geben, auch kann derselbe das Verfahren mannichfaltig abändern, muss aber allemal zuletzt die gefärbten Zeuge durch siedendes Wasser gehen lassen.

Das rothe chromsaure Blei, giebt mit Oel abgerieben, eine schöne Farbe, die viel Körper besitzt. Es nimmt durch Zumischung von Bleiweiss nicht in seiner Farbe ab, wie das Vermillon; es mischt sich mit anderen Farben, und scheint sich dadurch in langer Zeit nicht zu verändern. Hinsichtlich seiner Anwendung als Wasserfarbe, habe ich nicht hinlängliche Erfahrung, um sagen zu können, dass es nicht nachdunkele; als indess einige Stücke dünnen Papieres mit demselben überstrichen und an die Wände eines bewohnten Hauses gehängt wurden, erlitt die Farbe während einiger Monate keine merkliche Verringerung ihres Glanzes.

ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barometr bei +10° R. pariser	T R fr Sc	Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	337.‴70	+	1.°1	59.°4	NO. 2	trb Schnll
	12	37. 00		1. 5	48. 7	NO. 2	trüb
	2	36. 28		1. 7	61. 3	NO. 2	fr Schnsch
	6	35. 46		2. 4	53. 9	NO. 2	htr Abrth
	10	35. 05		4. 4	58. 9	NO. 2	heitr
2	8	36. 45	+	5. 1	59. 0	NO. 1	schön
	12	36. 98		3. 3	43. 6	nno. 1	verm
	2	36. 93		2. 7	41. 2	NO. 1	verm
	6	35. 72		3. 5	[illegible]2. 3	oso. 2	trüb
	10	34. 58		3. 9	57. 7	oso. 2	trüb
3	8	27. 78	+	4. 7	55. 8	ono. 1	vrm Mgrth
	12	25. 82		2. 9	41. 0	ono. 1	schön
	2	25. 16		3. 1	42. 4	nno. 1	verm
	6	25. 80		4. 0	51. 7	sso. 1	sch Abrth
	10	25. 71		5. 2	55. 8	sso. 2	trüb
4	8	24. 02	+	5. 0	50. 5	oso. 2	trb neblig
	12	24. 05	−	2. 0	41. 4	O. 2	verm
	2	25. 71	−	2. 5	40. 7	O. 3	verm
	6	25. 10	−	3. 1	45. 3	O. 3	trüb
	10	26. 26	−	3. 7	47. 0	NO. 2	trüb
5	8	27. 85	−				
	12	27. 90	−				
	2	27. 44	−				
	6	25. 76	−				
	10	26. 16	−				
6	8	29. 26	−				
	12	31. 56	−				
	2	32. 16	−				
	6	33. 18	−				
	10	33. 50	−				
7	8	37. 16	−				
	12	38. 06	−				
	2	38. 32					
	6	38. 65					
	10	38. 71					
8	8	37. 58	−				
	12	36. 85					
	2	37. 54					
	6	36. 60					
	10	35. 90					

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 1.°1	+ 5.°4	5′ 0.″
2	+ 0. 4	3. 1	5 0
3	+ 0. 6	5. 2	5 0
4	− 0. 3	0. 8	5 0
5	2. 3	+ 0. 4	5 1
6	5. 5	− 1. 6	5 3
7	6. 1	− 0. 8	5 0
8	6. 3	0. 0	5 1
9	− 4. 1	+ 3. 4	4 8.5
10	+ 0. 9	4. 3	4 8
11	1. 8	4. 6	5 1
12	2. 6	5. 6	5 2.5
13	1. 4	4. 9	5 6
14	+ 0. 6	2. 8	5 9
15	− 2. 3	2. 3	5 11.5
16	− 1. 8	4. 5	5 11
17	− 1. 4	4. 0	5 9
18	0. 0	7. 9	5 7
19	+ 2. 8	8. 6	5 6
20	2. 8	10. 6	5 6
21	5. 1	7. 2	5 5
22	2. 2	4. 4	5 5.5
23	1. 2	2. 5	5 4
24	+ 0. 5	+ 2. 1	5 6
25	− 1. 3	− 0. 7	5 5
26	5. 8	2. 4	5 4
27	5. 2	2. 6	5 2
28	− 6. 4	− 1. 6	5 0
Sma	− 27. 0	+ 84. 5	148′ 2″
Mittl	− 0.96	+ 3.01	5. 5.5
	Min. − 6.°4	Max. + 10.°0	
	grösste Veränd. 16.°4		

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	1
schön	6
verm	10
trüb	21
Nebel	8
Duft	1
Regen	3
Graupeln	3
Schnee	7
windig	12
stürmisch	3
Nächte	
heiter	6
schön	-
verm	-
trüb	22
Regen	5
Schnee	4
windig	9
stürmisch	4
Mgrth	6
Abrth	9

	Therm.	Hygr.	Wind
9	− 2.°1	2497.°84	SW
7	+ 93. 6	2701. 74	wsw
1	+ 149. 4	2757. 97	SW
4	− 65. 4	1005. 51	NO
1	+ 175. 5	8963 06	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	336.‴304	SW	+ 1.°25	SW	64.°02	SW
Max.	340. 90	W	+ 9. 70	SW	87. 60	O
Min.	325. 712	wsw	− 5. 70	NW	40. 69	O
Veränd	15.″ 1. 5		15.°[illegible]		46. 9	

gesondert, stehen, bilden Mittgs wolkige, von Abds ab gleiche, Decke.
Abds der Neu-Mond.

Am 18. wolk. Bed. früh, löset sich schnell auf, Mittgs heitr; Nach-
ehen in SW kl. Cirr. Str., nehmen zu und bilden Spt-Abds gleiche
n 19. selten ist wolk. Bed. oben etwas gebrochen. Der Mond stehet im
erne. Am 20. wolk. Bed., Nebl u. Dust sind Mittgs verschwunden, es
nur der Horiz. gering bel.; Tags erscheinen in NO geringe Cirr. Str.
bds ab ist es sehr klar. Am 21. Morg. oben heitr, unten hoch u. rings,
lassen; Mittgs wolk., später gleiche Decke; gegen 4 ein Regen - und
Am 22. wechselnd, wolkig und gleichf. bed.; nach 9 Abds ein kurzer
. Am 23. gleiche Decke, früh Grplsch., Spt-Abds einz. Schneefl. Am 24.
Schnee, Vormittgs, bei gleicher Decke in einz. Flocken; Mittgs wird
wolkig, dann wieder gleichf., und von 4 bis 5 u. von 10 ab fällt etwa
n 25. bis nach Mittg bed. dann heitr, früh u. um 2 Schneesch. Am 26.
er Horiz. und oben grosse verwasch. Cirr. Str.; Tags über läfst wolk.
en einige offne Stellen; von Abds ab ist sie gleich. 2 U. 44' Morg. das
s-Viertel.

Am 27. Morg. stehen Cirr. Str., die unten bed., oben auf heit. Grunde
ttgs treten rings Cum. auf; Nchmittgs oben lockere Cirr. Str. und SW
ed.; Spät-Abds dünne, gleiche Decke. Am 28. Contin. ist nach oben
und läfst das Zenith frei, Nchmittgs oben lockere Cirr. Str. die Abds
ed. zusammengehen.

---

les Monats: trüb und stürmisch mit westlichen Winden wo SW herr-
lind im Ganzen, doch der kälteste Monat jetzigen Winters.

und feuchter Kälte ähnlich war, gab auch gleiche Krankheiten. Zumal
nd Scharlach treten um die Mitte des Monats plötzlich häufiger auf,
wie ihrer Verbreitung nach, vorzüglich wohl jene oben genannten
des Monats schien sich diese Krankheit wieder zu verlieren.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, DRITTES STÜCK.

I.

Beobachtungen über die Intensität des Magnetismus im nördlichen Europa;

von

CHRISTIAN HANSTEEN,

Professor der Astronomie an der Norwegischen Universität. *)

An einem andern Orte habe ich zu zeigen gesucht, daſs die Erde zwei magnetiſche Axen habe, und daſs dieſe Axen ihre Lage verändern. Kennte man genau die Lage, Gröſse, Stärke und Bewegung dieſer Axen, ſo könnte man nach den in meinen „*Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde*" entwickelten Formeln, an jeder gegebenen Stelle der Erdoberfläche zu jeder Zeit die Reſultante der Kräfte dieſer beiden Magnetaxen berechnen und mithin die Richtung der Magnetnadel beſtimmen. Die Beſtimmung der ge-

*) Aus dem Magazin for Naturvidenskaberne, überſetzt unter Augen des Verfaſſers von Hrn. Hanſon Lehrer an der Kriegsſchule zu Chriſtiania. (Alle Zahlenangaben habe ich nochmals ſorgfältig mit dem Däniſchen Originale verglichen. (P.)

dachten Constanten muſs ohne Zweifel für eine der wichtigsten Aufgaben in der physikalischen Theorie der Erde angesehen werden, und dies theils wegen ihrer praktischen Anwendbarkeit auf die Schifffahrt, theils weil ihre Auflösung zur Untersuchung so vieler andern erheblichen Fragen leiten wird, als: *Was ist die Ursache dieser doppelten Richtung der Kräfte des Erdkörpers? Was diejenige der Veränderung dieser Richtungen? Warum reichen die Axen nicht bis gerade an die Erdoberfläche? Aus welchen Stoffen besteht der innere Kern der Erde, ob nicht aus solchen Metallen, die, wie uns die Physik lehrt, die magnetischen Kräfte annehmen können?*

Diese Magnetaxen sind nichts anderes, als zwei Richtungen in dem Erdkörper, nach denen die magnetischen Kräfte thätig sind. Die Kräfte selbst sind unsichtbar; einzig aus ihren Wirkungen an der Erdoberfläche sollen wir sie erkennen und auf ihre Vertheilung im Inneren des Erdkörpers schlieſsen. Wir befinden uns also hier in demselben Falle, als wenn uns jemand ein verschlossenes Kästchen mit einer gewissen Anzahl darin enthaltener Magnete überreichte, deren Anzahl, Gröſse, Lage und Stärke nicht angäbe, und verlangte, daſs wir diese sämmtlich ausmitteln sollten, ohne uns zu erlauben, das Kästchen zu öffnen, sondern blos ad libitum an dessen Oberfläche zu experimentiren. Die Sache läſst sich in der That durch eine Verbindung des Experiments mit dem Calcul ausführen; man sieht aber ein, daſs die Experimente nach einem gewissen Plane geordnet seyn müssen. Nicht alle sind gleich tauglich zur Feststellung des Gesuchten.

Bei der Wirkung der magnetiſchen Kräfte an der Erdoberfläche können nur zwei Dinge in Betracht kommen, nämlich die *Richtung* der reſultirenden Kraft und die *Stärke* (Intenſität) derſelben. Die Erfahrung lehrt uns, daſs an den meiſten Orten der Erde die Reſultante der Magnetkräfte nicht parallel liegt mit der Erdoberfläche, ſondern einen Winkel mit derſelben macht, welcher die *Neigung* (Inclination) genannt wird; legt man eine verticale Fläche durch dieſe Richtung, ſo macht ſie einen Winkel mit dem Meridian, welcher die *Abweichung* (Declination) genannt wird. Die Abweichung, Neigung und Stärke der magnetiſchen Kräfte der Erde ſind mithin die drei Erſcheinungen, auf welche derjenige, der die Aufgabe löſen will, ſein Augenmerk richten muſs. Der Abweichungsbeobachtungen haben wir eine groſse Menge, und faſt ſo viele, als man braucht; der Neigungsbeobachtungen mehrere von gröſserer und geringerer Zuverläſſigkeit; der Intenſitäts-Beſtimmungen hingegen nur überaus wenige, nämlich: vom Hrn. von Humboldt eine Reihe Beobachtungen von Peru über das Atlantiſche Meer nach Paris und über einige Theile des ſüdlichen Europas; ein Paar Beobachtungen von de Roſſel in Neuholland und an den Sunda-Inſeln, und einige wenige, wie mir ſcheint, nicht wohlgeordnete Beobachtungen auf Capt. Roſs Reiſe nach dem Polarmeere. Endlich ſoll Cap. Freycinet auf ſeiner Reiſe um die Erde eine Menge magnetiſcher Beobachtungen, worunter auch Intenſitäts-Beſtimmungen, gemacht haben; dieſe Reſultate ſind aber noch nicht an den Tag gekommen. Da nun eine vollſtändigere Kenntniſs der Verhältniſſe der Intenſität an

verschiedenen Punkten der Erdoberfläche von grosser Wichtigkeit für denjenigen ist, der die Lösung der gedachten Aufgabe versuchen will, so habe ich auf mehreren Reisen in Norwegen, Schweden und Dänemark eine Reihe Beobachtungen über die magnetische Intensität und Neigung ausgeführt. Mehrere meiner Freunde haben mir auch hierbei hülfreiche Hand geleistet; unter diesen muss ich besonders mit Dank nennen: Professor Oersted in Kopenhagen, Professor Naumann in Leipzig und Lieutenant Erichsen von der Norwegischen Marine. Ich will zuerst die Methode beschreiben, wie solche Beobachtungen genau ausgeführt werden, nebst den dazu erforderlichen Apparaten, und endlich die Beobachtungen selbst angeben.

Fig. 1. stellt einen Kasten von Mahagonyholz vor, an welchem die längste Kante der Bodenfläche *AB* ist = 5″ 6‴ französischen Maasses, die kürzeste Kante *AK* = 4″ 9‴, die Höhe *AE* = 2″ 1‴. Die beiden Seitenflächen *AF* und *DK* sind ausgeschnitten, und in die Oeffnung ist ein rechtwinkliges Glasfenster *LM* eingesetzt. Der Deckel *CF* besteht aus drei Theilen, die sich in Falze hineinschieben lassen; die beiden äussersten *N* und *O* haben eine Scheibe von Spiegelglas; das mittlere Stück *P* ist in der Mitte durchbohrt, und in diese Oeffnung ein hohler, 5 bis 6 Zoll langer hölzerner Cylinder *HG* hineingeschraubt, welcher sich oben durch den angeschraubten Deckel *H* schliessen läst. Auch dieses Stück ist lose und kann aus den Falzen herausgeschoben werden. Die Röhre *HG* kann man in der Mitte bei *I* abschrauben und nebst den Fusschrauben in den Kasten legen,

wodurch es leichter wird, denſelben auf Reiſen mit ſich zu führen. Zur horizontalen Stellung des Kaſten-bodens dienen drei Fuſsſchrauben, deren ſich zwei in der Figur bei *A* und *B* zeigen; die dritte ſitzt mitten auf der vom Auge abgewandten Kante der Bodenfläche dergeſtalt, daſs alle drei Schrauben ein gleichſeitiges Dreieck ausmachen. Iſt demnach die Länge des Bodens $AB = l$, ſo wird ſeine Breite

$AK = b = \frac{1}{2} l \cdot \text{tang}\, 60^\circ = l \cdot \sin 60^\circ = l \cdot 0{,}866.$

Durch dieſe Einrichtung wird es bequemer, den Kaſten auf der dreieckigen Meſſingplatte *ABC* (Fig. 2) des Statives aufzuſtellen, welches zugleich für das Neigungsinſtrument gebraucht wird, deſſen Fuſsſchrauben ebenfalls ein gleichſeitiges Dreieck von derſelben Gröſse bilden. Die dreieckige Meſſingplatte *ABC* kann mittelſt der Nuſs *F* um ihre Axe gedreht und durch drei Schrauben *D*, *E* und *K* ungefähr horizontal geſtellt werden. Damit die Inſtrumente nicht ſogleich bei einem Stoſse von der Meſſingplatte hinabgleiten, ſind die drei Ecken *A*, *B* und *C* mit aufſtehenden Kanten verſehen, und die Meſſingplatte iſt in jedem dieſer drei Winkel mit einer kleinen Holzplatte belegt, wodurch die Fuſsſchrauben einen ſicherern Stand erhalten. *NS* Fig. 6 ſtellt einen magnetiſirten Stahlcylinder von etwa 34 franzöſiſchen Linien in Länge vor; er iſt in eine Meſſinghülſe *LM* hineingeſchoben, mittelſt deren er an den Haken *P* aufgehängt werden kann. Der Haken *P* iſt an dem Ende eines rohen Seidenfadens befeſtigt, deſſen anderes Ende durch Wachs an ein kleines cylindriſches Hölzchen *ab* (Fig. 5) befeſtigt iſt. Dieſes Hölzchen wird durch Wachs in zwei kleinen Einſchnitten des oberen Ran-

des der hölzernen Röhre (*HG* Fig. 1) befestigt, welche eine solche Lage haben, dass die Seite des Cylinders *ab*, von welcher der Faden herabhängt, durch die Axe der Röhre *c* geht (Fig. 3 und 4). Der inwendige Boden des Kastens ist mit weissem Papier überzogen, auf welchem zwei concentrische Kreise verzeichnet sind; von diesen ist der äussere von 2 zu 2 Graden eingetheilt, und durch ihn sind zwei Hauptdiameter gezogen, einer parallel mit der Kante *AB* des Kastens und der andere senkrecht auf derselben; ersterer ist mit 0° und letzterer mit 90° bezeichnet. Durch die übrigen Theilungspunkte sind bloss diejenigen Stücke der Diameter gezogen, welche zwischen beiden Kreisen liegen. Diese Linien dienen zur bessern Bemerkung des Zeitpunktes, wann jede Oscillation des Cylinders zu Ende ist, welches, wenn die Oscillationen sehr gering werden, sonst sehr schwierig zu beobachten seyn würde. Der Diameter des äussersten Kreises muss zu dem Ende etwas grösser als die Länge des Cylinders seyn, dergestalt, dass das Ende des Cylinders, wenn das Auge lothrecht über dem Kasten gehalten wird, sich allemal auf den Strichen projizirt.

Wenn das Instrument gebraucht werden soll, wird das Stativ dergestalt aufgerichtet, dass eine der Kanten *AB* der dreieckigen Messingplatte (Fig. 2) etwa von Norden gegen Süden zu stehen kommt; der Kasten wird so aufgesetzt, dass die Fussschrauben *A* und *B* (Fig. 1) in den Winkeln *A* und *B* der Messingplatte ruhen. Nachdem der Deckel *H* von der Röhre abgeschraubt ist, wird die mittlere Platte des Deckels *P* so geschoben, dass man, wenn das Auge lothrecht über der Röhre gehalten wird, den Mittelpunkt der Ein-

theilung auf dem Boden des Kastens in der Verlängerung der Axe der Röhre sieht. Der Aufhängefaden wird vorsichtig durch die Röhre hinabgesenkt und der hölzerne Cylinder *ab* in sein Lager gedrückt; hängt der Haken dem Boden des Kastens zu nahe, so wird bloss der Cylinder *ab* etwas um seine Axe herumgedreht. Darauf wird der eine Deckel *N* oder *O* herausgezogen und der Stahlcylinder vorsichtig an den Haken gehängt. Findet man jetzt, dass der Cylinder beträchtlich von dem mit 0° bezeichneten Diameter abweicht, so wird die Messingplatte des Stativs um die Nuss herumgedreht, bis man etwa den Kasten in den magnetischen Meridian gestellt hat. Sieht man, indem man das Auge über dem oberen offenen Ende der Röhre hält, dass die Mitte des Stahlcylinders oder der Messinghülse nicht genau den Mittelpunkt der Theilung deckt, so wird der Fehler theils durch die Schrauben des Statives, theils durch die Fussschrauben des Kastens berichtigt. Schwingt der Mittelpunkt des Cylinders, so wird derselbe gehemmt, indem man das Ende eines Bleistiftes oder eines kleinen hölzernen Stabes in die Nähe des Mittelpunktes der Eintheilung bringt; durch mehrmaliges Anschlagen gegen denselben kommt der Mittelpunkt allmählig zur Ruhe. Wenn man nun sieht, dass der Cylinder über dem mit 0° bezeichneten Diameter entweder völlig in Ruhe ist, oder seine beiden Enden um gleich viele Grade an jeder Seite dieses Diameters schwingen, so kann der Versuch beginnen. Man hält ein Stück weiches Eisen oder ein Messer lothrecht mit dem unteren Ende gerade ausserhalb der Seitenfläche *AF* des Kastens, d. i. in der Verlängerung des Diameters

90°; jedes solches Stück Eisen bekommt alsdann einen Nordpol im unteren Ende, und zieht folglich den Südpol des Cylinders an, stöfst seinen Nordpol ab. Darauf bringt man das Eisen auf die entgegengesetzte Seite, und durch drei- bis viermalige Wiederholung dieses Verfahrens wird man den Cylinder dahin bringen, dafs er 20 bis 30° auf jeder Seite des 0° Diameters abweicht. Hat man nun den Cylinder so weit gebracht, dafs er z. B. 24° an jeder Seite dieses Diameters durchläuft, so wartet man ein wenig, bis der Widerstand der Luft die Schwingungen auf 20° Elongation vermindert hat, und in diesem Augenblicke zeichnet man nach einer Sekundenuhr die Sekunde und die Bruchsekunde auf; bei jeder folgenden 10ten Schwingung bemerkt man abermals den Stand der Uhr und so fort bis wenigstens 300 Schwingungen vollendet sind. Zieht man nun die Sekunde im Anfange (bei der 0ten Schwingung) von der Sekunde bei der 300sten ab, so hat man die Zeit von 300 Schwingungen; denn die verflossene Anzahl Minuten läfst sich leicht abzählen, indem man in der Beobachtungsreihe nachsieht, wie oft die Sekundenanzahl 60 überstiegen hat.

Wenn das Instrument eingepackt oder fortgeschafft werden soll, hebt man zuerst den Cylinder vom Haken; zieht mittelst des Hölzchens *ab* den Faden vorsichtig aus der Röhre heraus, schlägt ihn dergestalt um ein Kartenblatt, dafs man zugleich das Häckchen an die eine Kante des Kartenblattes hängt, und hüllt dieses in weiches Papier. Der Cylinder wird ebenfalls in Papier eingewickelt und nebst dem Seidenfaden auf den Boden des Kastens gelegt, oben darauf ein ausgestopftes

weiches Kiſſen, dann die Fuſsſchrauben und die hölzerne Röhre *GH* und zuletzt wieder ein Kiſſen, welches ſo dick ſeyn muſs, daſs alle eingepackten Sachen völlig feſt liegen, wenn der Deckel eingeſchoben iſt. Dieſs iſt eine nothwendige Vorſichtsmaſsregel; denn der Cylinder verliert durch zitternde Bewegungen ſeinen Magnetismus, und der Faden wird dadurch auch leicht zerriſſen. Zur Verwahrung des Kaſtens dient ein lederner Ueberzug (Fig. 7) von dickem, waſſerdichtem Kalbsfell, welches innen mit grobem Tuche gefüttert iſt. Die Fläche *ABDC*, die ſo groſs iſt, als die Bodenfläche des Kaſtens, iſt zwiſchen dem Leder und Tuche mit einer Holzplatte oder einem ſehr dicken Stücke Pappe belegt. Auf dieſe wird der Kaſten gelegt, mit dem Deckel unterwärts. Die Kanten *EG* und *EH*, wie auch *FI* und *FK* ſind zuſammengenähet, wodurch bei *E* und *F* eine Kappe gebildet wird, welche, wenn die Riemen *mn* zuſammengebunden werden, die vier Seitenkanten und Ekken beſchützt. Darauf werden mittelſt der Riemen *ab* die Klappen *LM* darüber geſpannt. Auf der äuſsern Seite der Fläche *ANOC* und *BPQD* ſind zwei lederne Handhaben genäht. Hat man einen ähnlichen Ueberzug für denjenigen Kaſten, in welchem das Neigungsinſtrument verwahrt iſt, ſo kann man mit Leichtigkeit in der einen Hand das ganze magnetiſche Geräth nebſt dem Stative tragen und aufſtellen, wo man es für gut hält. Die Kaſten können, dergeſtalt verwahrt, beliebig in den Wagen gelegt und dem Regen und jeder Witterung Preis gegeben werden. Ich bin bei der Beſchreibung der Einrichtung, Aufſtellung und Verwahrung dieſes einfachen Inſtrumentes vielleicht

weitläufiger geworden, als es nöthig gewesen wäre; allein bei Instrumenten, die auf einer Reise gebraucht werden sollen, ist es durchaus nöthig, dass sie leicht zu handhaben und fortzubringen seyen, wenn nicht oft wegen weitläufiger Vorkehrungen eine gute Gelegenheit zu Beobachtungen ungenutzt vorbeistreichen soll; und die Erfahrung hat mich gelehrt, dass das hier beschriebene diese Vorzüge vereinigt. Auch ist es besser ein paar Winke zuviel über die nothwendigen Regeln der Vorsicht erhalten zu haben, als sie in der Folge durch eigenen Schaden aus Erfahrung kennen zu lernen.

Der magnetische Cylinder.

Der Stahlcylinder muss, bevor er magnetisirt wird, *so stark als möglich gehärtet werden*, denn sonst verliert er beständig von seiner Intensität; und einzig auf dieser Unveränderlichkeit der Intensität beruht die Zuverlässigkeit der Beobachtung. Der Cylinder, dessen ich mich seit 1819 bediente, ist bei Dollond aus Gussstahl verfertigt, 34 fr. Lin. lang, hat 2,35 Millimeter, oder etwas über eine Linie im Durchmesser, und wiegt 2,67 Gramme. Er wurde, nach Aussage des Verfertigers, so hart gemacht „as fire and water can make it.“ Dieser Cylinder ist es, mit dem ich eine ununterbrochene Reihe Beobachtungen über die täglichen Veränderungen der Intensität des Erdmagnetismus vom März 1820 bis April 1821 inclusive gemacht habe. Fünf Mal täglich zu bestimmten Stunden wurde die Zeit von 300 Schwingungen beobachtet, und diese Zeit ergab sich aus dem Mittel des ganzen Monats *):

*) *Diese* Beobachtungen sind nicht auf freiem Felde, sondern in

März 1820 = 809″,24 , 1821 = 809″,29
April 1820 = 810,29 , 1821 = 810,38

Hieraus sieht man, daſs der Cylinder ganz unverändert seine Intensität behalten hat. Im Juli schwingt der Cylinder am langsamsten und im Januar am schnellsten; im Juli 1820 betrug im Mittel des ganzen Monats die Zeit von 300 Schwingungen = 811″,94, und im Januar 1821 = 808″,09; der Unterschied also beinahe 4 Sekunden. Diese Veränderung ereignet sich allmählig von Monat zu Monat, und hat sich ebenfalls in Kopenhagen und an mehreren Orten gezeigt, wo ich Gelegenheit hatte, Beobachtungen in verschiedenen Jahreszeiten anzustellen. Das Medium der Intensität trifft etwa gegen den 8ten April und 12ten October, das Maximum in der Mitte des Januars, und das Minimum in der Mitte des Juli ein. Seit 1821 habe ich diese Beobachtungen fortgesetzt, doch nur zur Zeit des Maximums und Minimums im Januar und Juli, und dabei die Intensität des Cylinders ganz unverändert gefunden. In Kopenhagen fand ich den 16ten Februar 1820 die Zeit von 300 Schwingungen auf freiem Felde = 787″,66, und den 13ten Nov. 1824 ebendaselbst = 787″,25. Um auszumitteln, welchen Einfluſs die Härtung auf die Stärke und Dauer der Intensität des Cylinders habe, machte ich folgende Versuche:

1) Ich lieſs zwei an Länge und Schwere völlig gleiche Cylinder von einem und demselben Stücke

einer Stube gemacht; will man die Schwingungszeit auf freiem Felde haben, so muſs man obenstehende Zahl mit 1,00589 multipliciren.

englischen Gussstahles härten und darauf den einen bis zur strohgelben Farbe anlaufen. Die Länge eines jeden betrug 97,2 Millim. oder 43¼ fr. Linie, der Durchmesser 2,5 Millim. oder etwas über eine französische Linie, das Gewicht = 3,8 Gramme. Beide wurden durch 20 Doppelstriche magnetisirt. Im Jahre 1821 wurden bei einer anfänglichen Elongation von 20°, hundert Schwingungen in folgenden Zeiten gemacht,

von dem harten:			von dem angelaufenen:
1. Mai	340″,15	. . . . . .	283″,80
2. —	340,91	. . . . . .	286,35
5. —	341,171	. . . . . .	288,23
13. —	341,18	. . . . . .	288,80
16. Aug.	345,40	. . . . . .	289,08
27. Sept.	345,10	. . . . . .	288,73
30. Oct.	345,36	. . . . . .	288,09

Hieraus sieht man, dass der angelaufene Cylinder eine weit stärkere Intensität annahm, als der harte im Verhältnisse 1,438 zu 1, oder beinahe wie 1½ zu 1; dass aber der angelaufene wenigstens im Anfange weit mehr von seiner Intensität verlor. Der angelaufene Cylinder machte 100 Schwingungen den 26sten Juni 1822 in 296″,85 und den 21sten Nov. desselben Jahres, in 297″35; der harte den 31sten December 1824 in 357″,68. Beide sind also wegen ihrer Veränderlichkeit ganz unbrauchbar.

2) Vier neue Stahlcylinder wurden aus einem und demselbem Stücke Gussstahl verfertigt; die Länge war 78,9 Millim. oder 34,95 fr. Linien, der Durchmesser = 2,5 Millim. oder 1,1 Linie, das Gewicht 2,95 Gramme. Sie wurden dadurch gehärtet, dass

man sie anfangs in geschmolzenes Blei und danach in Wasser, von der Temperatur = + 10°,5 R., tauchte; durch 20 Doppelstriche wurden sie darauf magnetisirt. Ich will diese Cylinder mit No. 1, 2, 3 und 4 bezeichnen. Diese vollführten im Jahre 1821, 100 Schwingungen in folgenden Zeiten:

	23. Oct.	30. Oct.	Diff.
No. 1.	372″,43	396″,71	24″,28
— 2.	371,73	410,79	39,06
— 3.	376,57	415,26	38,69
— 4.	384,36	414,74	30,38

Hieraus erhellt, daſs diese Härtung allzu gering war, als daſs die Cylinder entweder einen bedeutenden Grad von Magnetismus annehmen, oder auf längere Zeit behalten konnten. Dieser Versuch wurde angestellt um zu prüfen, ob es möglich sey, Cylindern von gleichen Dimensionen durch gleiche Härtung gleiche Intensität zu ertheilen.

3) Dieselben 4 Cylinder wurden mit grüner Seife bestrichen, hierauf beinahe zum Weiſsglühen gebracht und nun gleichzeitig in einer Salmiakauflösung abgekühlt, die mit Oel übergossen war und eine Temperatur von + 7° R. besaſs. Nachdem diese Cylinder durch 20 Doppelstriche magnetisirt worden, machten sie am 1sten November 1821 hundert Schwingungen in folgenden Zeiten:

No. 1.	. .	318″,44
— 2.	. .	307,30
— 3.	. .	332,59
— 4.	. .	314,84

Durch die stärkere Härtung war also die Empfänglichkeit dieser Cylinder für den Magnetismus be-

trächtlich vergrößsert, da sie 100 Schwingungen in weit kürzerer Zeit, als beim zweiten Versuche machten. Allen 4 Cylindern wurden darauf noch 20 Striche gegeben, so daſs jeder im Ganzen 40 Striche erhalten hatte. Die Schwingungszeiten waren nun folgende:

No. 1.	. . .	306'',07
— 2.	. . .	300,67
— 3.	. . .	319,43
— 4.	. . .	308,33

Hieraus ist sichtlich, daſs, obgleich alle Cylinder aus einem Stücke Stahl gemacht waren, gleiche Dimensionen und gleiches Gewicht besaſsen, sie alle ferner auf gleiche Weise gehärtet wurden, und, so viel man sehen konnte, denselben Grad der Hitze erhalten hatten, es dennoch nicht möglich war, genau dieselbe Härtung zu treffen oder zwei völlig gleichschwingende Cylinder zu verfertigen. No. 3. blieb fortdauernd der schwächste, so wie No. 2. der stärkste. Endlich wurden No. 2. und No. 3. jedem noch 20 Striche, also in Allem 60 Striche gegeben, worauf sich die Schwingungszeit folgender Maſsen ergab:

No. 2.	. . .	300'',99
— 3.	. . .	317,30

Hier scheinen also diese beiden Cylinder etwa den Grad der Sättigung erreicht zu haben. Am 5ten November war die Schwingungszeit derselben 4 Cylinder folgende:

	5. Nov.	1. Nov.	Diff.
No. 1.	316'',51	306'',07	10'',44
— 2.	309,04	300,99	8,05
— 3.	327,10	317,30	9,80
— 4.	318,11	308,33	9,78

Die Schwingungszeit aller 4 Cylinder war alſo in 4 Tagen zwiſchen 8 und 10 Sekunden vergröſsert.

4) Dieſelben 4 Cylinder wurden in Leinöl gekocht; No. 2. fünf, No. 1. zehn, No. 4. funfzehn und No. 3. zwanzig Minuten lang. Dadurch glaubte ich verſchiedene Grade der Härtung zu erhalten und ſomit unterſuchen zu können, welcher Härtungsgrad der Stärke und Dauer des Magnetismus am vortheilhafteſten ſey. Nachdem ſie alle 30 Striche erhalten hatten, machten ſie 1821 am 5ten November 36 Schwingungen in folgenden Zeiten:

5. Nov.	nach dem Kochen:		1. Nov. vor dem Kochen:
No. 1.	89″,65	. . . .	110″,30
— 2.	90,40	. . . .	108,55
— 3.	90,05	. . . .	115,35
— 4.	91,20	. . . .	111,15

Ich habe die Zeit von 36 Schwingungen vor dem Kochen am 1ſten November hinzugefügt, nachdem alle Cylinder 40 Striche erhalten hatten. Wird die Intenſität eines jeden Cylinders vor dem Kochen = 1 geſetzt, ſo findet ſich aus den obigen Schwingungszeiten die Intenſität nach dem Kochen vergröſsert im Verhältniſſe

No. 1.	1 zu 1,5137
— 2.	1 zu 1,4419
— 3.	1 zu 1,6407
— 4.	1 zu 1,4854

Man ſieht hieraus, *a*) daſs, wenn gehärtete Cylinder von einerlei Dimenſionen und einerlei Stück Stahl in Oel gekocht werden, *ſie nach dem Streichen ſehr nahe denſelben Grad des Magnetismus*

bekommen, sie mögen nun längere oder kürzere Zeit gekocht werden; *) *b)* dass ein in Öl gekochter Cylinder einen Magnetismus annehmen könne, der über 1½ Mal so stark ist als derjenige, welchen ein glasharter erhalten kann (vergleiche den ersten Versuch). Wahrscheinlich liegt der erstere nicht sehr weit vom Maximum ab.

Mit diesen 4 Cylindern ward die Zeit von 300 Schwingungen zu verschiedenen Zeiten wie folgt gefunden:

	1821 5. Nov.	1821 18. Nov.	1822 7. April.	1822 6. Mai.	1822 11. Oct.
No. 1.	747″,0	753″,58	780″,49	. . .	. . .
— 2.	754,0	765,08	785,34	. . .	791,12
— 3.	751,0	754,75	785,11	786″,98	788,91
— 4.	759,7	765,12	797,56	800,21	809,23

Am 12ten März 1824 machte No. 1. 300 Schwingungen in 783″,79 und am 10ten December 1824, nachdem er auf einer Reise in Deutschland gebraucht worden, wo er vielleicht etwas gelitten haben mag, in 786″,76.

Aus diesen Versuchen ist ferner zu ersehen, dass magnetische Cylinder, welche nicht die höchste Härtung besitzen, fortdauernd ihre Kraft verlieren, und also nicht mit Sicherheit zur Ausmessung der Inten-

*) Diese Bemerkung kann vielleicht Stahlarbeitern von Nutzen seyn, welche oft zu Instrumenten eines gewissen Härtungsgrades bedürfen. Wie, wenn diese Härte gerade diejenige wäre, die zu Rasirmessern erfordert würde? Ich muss zugleich bemerken, dass das Oel einen Zusatz von Silberglätte enthielt und vorher einmal stark aufgekocht worden war, *welches möglicher* Weise seinen Siedepunkt verändern kann.

sität des Erdmagnetismus benutzt werden können. Die Kraft nimmt indeſs am Schnellſten gleich anfangs nach dem Streichen ab, und es wäre alſo wohl möglich, daſs ſie ſich nach und nach einer feſten Gränze näherte. So hat die Schwingungszeit von No. 1. vom 7ten April 1822 bis zum 12ten März 1824, d. i. faſt innerhalb zwei Jahren nur um 3″,4 zugenommen. Am ſicherſten iſt es jedoch, den Cylinder ſo ſtark als möglich härten zu laſſen, dergeſtalt, daſs man mit ſeinen ſcharſen Kanten Glas ſchneiden kann; und gebrauche ihn darauf nicht eher, als bis man ſich durch Beobachtungen an einem und demſelben Orte binnen Jahresfriſt überzeugt hat, daſs er nichts mehr an ſeiner Kraft verliert.

Daſs übrigens der Cylinder eben ſo wenig Eiſen oder Magnete berühren, ja wenn letztere beträchtlich ſtark ſind, nicht einmal in deren Nähe liegen dürfe, als auch vor Stoſs und Fall, ſo wie des Roſtens wegen, vor Feuchtigkeit bewahrt werden müſſe, braucht nicht erinnert zu werden. Muthmaſslich habe ich es der äuſserſten Behutſamkeit in dieſer Hinſicht zu verdanken, daſs mein Dollondſcher Cylinder in etwa 5 Jahren ſeine Kraft ganz ungeſchwächt behalten hat. Daſs das Wachsklümpchen, mittelſt deſſen der Haken an dem rohen Seidenfaden befeſtigt ward, nicht verändert werden dürfe, iſt eben ſo einleuchtend, da hiedurch das Trägheits-Moment des Cylinders und folglich auch die Schwingungszeit verändert werden würde. *)

*) Der Haken kann aus einer meſſingenen Stecknadel gemacht werden, die man ſo dünn feilt, daſs ſie grade den Cylinder

Ferner habe ich bemerkt, dafs, wenn die Sonne unmittelbar auf den Cylinder fcheint, die Zeit von 300 Schwingungen um ein Paar Sekunden länger als gewöhnlich ift. Der Beobachter kann diefem entgehen, wenn er fich fo ftellt, dafs fein Schatten auf das Inftrument fällt. Inzwifchen fcheint diefe Erwärmung dem Cylinder nicht zu fchaden, da derfelbe, wenn er fich abkühlt, wieder feine gewöhnliche Kraft erhält.

Die Uhr.

Wenn man den Cylinder von den obigen Dimenfionen (34 Lin. Länge und 1 Lin. Diameter) nimmt, fo wird er 10 Schwingungen etwa in 25 bis 27 Sekunden machen, und man wird Zeit genug haben, die Sekunde bei jeder 10ten, ja fogar bei jeder 6ten Schwingung zu beobachten und aufzuzeichnen. Beobachtet man nun 300 Schwingungen, fo werden diefe in 13 bis 16 Minuten ausgeführt werden. Wenn man die Methode befolgt, die ich fpäter erklären werde, fo kann man diefe Beftimmung bis zur Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ Sekunde treiben. Die Uhr mufs demnach fo befchaffen feyn, dafs fie Viertelftunden bis zur Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ Sekunde angiebt. Allein eine Ungewifsheit von $\frac{1}{10}$ Sekunde in $\frac{1}{4}$ Stunde

tragen kann. Wenn man diefen an dem rohen Seidenfaden befeftigen will, fo bringt man ein Wachsklümpchen, etwas gröfser als ein Stecknadelknopf, an das Ende des Gefpinnftes, dreht es 2 bis 3 Mal um das obere Oehr des Hakens und drückt darauf das Klümpchen feft. Gefchieht diefes nicht, fo wird in den warmen Sommermonaten das Wachs fo weich, dafs der Seidenfaden abgleitet.

beträgt in 24 Stunden 9″,6 oder etwa 10 Sekunden; wofern also die tägliche Abweichung der Uhr von der Mittelzeit bis 10 Sekunden steigt, so muss diese auch in Betracht gezogen werden. Um so nöthiger ist dieses, wenn man die Absicht hat, die täglichen Variationen der Intensität zu untersuchen, da diese des Sommers nur gegen 1½ Sekunden und in den Wintermonaten nur einige wenige Zehntel einer Sekunde betragen. Für diese Art Beobachtungen kann man sich also nicht wohl der gewöhnlichen Sekunden-Taschenuhren, zumal solcher bedienen, wie sie die Uhrmacher in Frankreich, der Schweiz und einzelne derselben in Kopenhagen jetzt gewöhnlich verfertigen, nämlich mit Cylindergang ohne Schnecke. Diese Uhren gehen in den ersten 12 Stunden nach dem Aufziehen, beinahe immer 10 bis 12, ja mehrere Sekunden schneller, als in den letzten 12 Stunden, so dass man eigentlich nie sagen kann, man kenne ihren Gang. Davon kann sich jeder durch Vergleichung einer solchen mit einer guten Sekunden-Pendeluhr leicht überzeugen. Dazu kommt, dass, da diese Art Auslösungswerk (der Cylindergang) eine starke Reibung hat und folglich oft frischen Oeles bedarf, man nach einer Reise von ein Paar Monaten finden wird, dass die Uhr einen ganz andern Mittelgang hat (gewöhnlich beträchtlich mehr accelerirt) wie im Anfange. Und da der Reisende selten Gelegenheit hat, den Gang seiner Uhr zu untersuchen, so erzeugt dies eine nicht unbedeutende Ungewissheit in den Beobachtungen. Diese Uhren gehen überdiess ganz anders in der Tasche, als wenn sie an der Wand hängen,

anders in der horizontalen als in der verticalen Lage u. ſ. w. *) Kurz, ſie ſind zu feineren Zeitbeſtimmungen ſogar in ziemlich kurzen Zeiträumen ganz untauglich. Man muſs ſich daher eines Chronometers bedienen, deſſen Gang man in den verſchiedenen Stellungen vor und nach der Reiſe unterſuchen und auf den man ſich für längere Zeit verlaſſen kann. Hinſichtlich des Chronometers iſt zu bemerken:

Die Zeit zwiſchen 2 auf einander folgenden Auslöſungen, d. i. die Zeit, welche von dem Augenblicke an verſtreicht, wann ein Zahn des Steigrades losgemacht wird, bis zu dem, wann dieſes das nächſte Mal geſchieht, und mithin der Sekundenzeiger, der an der Achſe dieſes Rades ſitzt, von neuem einen Sprung macht, iſt eigentlich die Zeiteinheit der Uhr. An den meiſten Chronometern macht die Unruhe 5 Schwingungen in der Sekunde, löſet aber nur das Steigrad bei jeder andern Schwingung aus; alſo iſt $\frac{2}{5}$ Sekunde oder 0″4 die Zeiteinheit eines ſolchen Chronometers. Um dieſe zählen zu können, iſt der Sekundenzeiger mit einem in 60 Theile eingetheilten Kreiſe umgeben. Bei jeder fünften Auslöſung fällt alſo der Sekundenzeiger genau auf den 2ten, 4ten, 6ten u. ſ. w. Sekundenſtrich, d. i. er giebt genau alle geraden Sekunden an, kommt aber nie auf die ungeraden Sekundenſtriche 1, 3, 5, 7 u. ſ. w.; denn nach 37 Auslöſungen z. B. ſind 14″8 verlaufen und

*) Dieſe Art Uhren mögen für den bürgerlichen Gebrauch ganz hinreichend ſeyn; daſs ſie aber Sekundenzeiger haben, iſt eine bloſse Prahlerei.

nach 38 Auslösungen 15″2. Nach 37 Auslösungen ruht also der Sekundenzeiger etwas vor dem 15ten Sekundenstriche, nach 38 Auslösungen ist er demselben eben so viel vorbei. Nimmt man nun eins dieser Momente als den genauen Schluss der 15ten Sekunde an, so fehlt man ± 0″,2. Dieses setzt voraus, dass der Sekundenzeiger bei 0″ genau diesen Strich decke, dass der Kreis genau eingetheilt sey und dass die Achse des Steigrades genau durch den Mittelpunkt des eingetheilten Kreises gehe. Da aber diese drei Voraussetzungen nur selten eintreffen, so können hieraus noch grössere Fehler entspringen. Der Sekundenzeiger zählt nämlich alsdann die Uhrschläge falsch, und man muss, ehe die Uhr gebraucht werden soll, sie selbst von Strich zu Strich abzählen und diese Zahlen oder ihren Werth in Sekunden in eine Tabelle eintragen. Diess geschieht am Leichtesten auf folgende Weise:

1) Man bediene sich bloss jedes 5ten Sekundestriches, nämlich der 12 Striche 0″, 5″, 10″, 15″....55″. und sehe nach, bei welchem dieser Striche der Zeiger genau den Strich deckt, und bei welchem dieses nicht geschieht; letztere will ich *zweifelhafte Striche* nennen. Bei diesen gewöhne man sich immer entweder die Stellung des Zeigers zu rechnen, in welcher er nächst vor dem Striche ruht, oder diejenige, worin er demselben vorbei liegt, kurz *immer auf eine und dieselbe Art zu zählen.*

2) Man zähle, wie viele Auslösungen oder Schläge die Uhr zwischen dem Striche 0 und 5, zwischen 5 und 10 u. s. w. macht, bis der Zeiger zurück auf 0 oder 60 kommt. Diese schreibe man in eine Ta-

belle; dividirt man nun 60″ mit der Summe dieser Auslösungen oder Schläge, so bekommt man den Werth der Zeiteinheit der Uhr oder eines Uhrschlages, wodurch man abermals das wahre Zeitmoment finden kann, in welchem der Zeiger auf jeden der erwähnten 12 Striche wies. Folgendes Beispiel wird die Sache am besten aufklären. In Kopenhagen beobachtete ich im Garten des Herrn Commandeur Wleügel den 13ten November 1824 die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders nach einem Chronometer von Parkinson und Frodsham, welches täglich 18″ retardirte. Die Anzahl der Auslösungen oder Schläge zwischen jedem Paare der 12 Sekundenstriche dieses Chronometers sind in folgender Tafel enthalten:

Zwischen	Schläge	Summe	Werth in Sekunden
0″ — 5″	13	13	5″,2
5 — 10	13	26	10,4
10 — 15	12	38	15,2
15 — 20	13	51	20,4
20 — 25	12	63	25,2
25 — 30	12	75	30,0
30 — 35	12	87	34,8
35 — 40	12	99	39,6
40 — 45	12	111	44,4
45 — 50	13	124	49,6
50 — 55	13	137	54,8
55 — 60	13	150	60,0

Die zweite Columne enthält, wie viele Uhrschläge zwischen dem Augenblicke, da der Zeiger bei 0 *war, und* demjenigen gehört wurden, da er bei 5

war, zwischen 5 und 10, zwischen 10 und 15 u. s. w. Die dritte Columne enthält die Summe der vorhergehenden, d. i. die Anzahl der Schläge zwischen 0 und 5, zwischen 0 und 10, zwischen 0 und 15 ... zwischen 0 und 60. Da die Uhr 150 Auslösungen in einer Minute machte, so ist der Werth eines Uhrschlages $= \frac{60}{150} = \frac{2}{5} = 0'',4$. Da nun die Uhr 13 Schläge gemacht hat, während der Zeiger von 0 nach 5 ging, so beträgt dies $13 \cdot 0'',4 = 5'',2$; während der Zeiger von 0 nach 20 ging, geschahen 51 Auslösungen, welches $20'',4$ u. s. w. beträgt. Diese Werthe, welche also die wahre Bedeutung der Zeitmomente ausdrücken, in den der Zeiger bei jedem der 12 Sekundenstriche fiel, sind in der vierten Columne enthalten. Sonach ist die Anzahl Sekunden, die verfloss, während sich der Sekundenzeiger vom Striche 15 nach 45 bewegte, nicht $= 30''$, sondern $= 44'',4 - 15'',2 = 29'',2$, und die Anzahl Sekunden, welche verfloss, während er sich von 45 nach 15 bewegte, $= 15'',2 + 60'',0 - 44''4 = 30'',8$. Hätte man nun einen Versuch angestellt, zu dessen Anfange der Sekundenzeiger beim Striche 15 und bei dessen Ende er in der Nähe des Striches 45 gewesen wäre, und wiederholte man den Versuch so, dass der Anfang beim Striche 45 und das Ende in der Nähe von 15'' geschähe, so würde man, falls das Chronometer nicht untersucht wäre, zwischen diesen beiden Versuchen einen Unterschied von 1''6 finden, welcher bloss seinen Ursprung in der unrichtigen Abzählung der Uhrschläge wegen der Excentricität des Sekundenzeigers oder der Theilungsfehler des Kreises hätte. Es ist demnach nothwendig, bei allen Beob-

achtungen, welche strenge Genauigkeit erfordern, vorläufig diese Untersuchung anzustellen; und sie muss jedes Mal, wenn die Uhr beim Uhrmacher gewesen ist, wiederholt werden, da dadurch die Excentricität des Zeigers und die zweifelhaften Striche gewöhnlich verändert werden. Hat man eine Uhr, welche ganze oder halbe Sekunden schlägt, so fällt diese Untersuchung gänzlich weg; denn da in diesem Falle der Sekundenzeiger bei jedem einzelnen oder jedem zweiten Schlage allmählig jeden der 60 Theilungsstriche genau decken soll, so wird eine Excentricität oder ein Theilungsfehler augenblicklich entdeckt und von dem Künstler selbst berichtigt werden.

Die Abzählung der Sekunden während der Beobachtung.

Da man nicht auf einmal sein Augenmerk auf die Uhr und den Gegenstand haben kann, den man beobachten soll, so pflegt sich der weniger geübte Beobachter gewöhnlich eines Gehülfen zu bedienen, der die Sekunden laut zählt; diess hat folgende Unbequemlichkeiten: der Gehülfe sagt selten die Zahlwörter genau in dem Augenblicke her, wann die Auslösung geschieht; er nennt die Sekunde in dem Augenblicke, wann der Zeiger den Strichen am nächsten ist, und dadurch werden Excentricitäts-Fehler eingemischt; die Zahlwörter sind keine so kurzen und untheilbaren Laute, wie die Uhrschläge selbst, und können daher nicht so scharf beobachtet werden; diess gilt zumal von den zusammengesetzten Zahlwörtern, welche 10 übersteigen; überhaupt ist es auf einer Reise immer *am Bequemsten*, sich selbst helfen zu können. Ich

glaube, man wird folgende Methode so genau finden, wie man nur verlangen kann.

Wenn der Cylinder in Schwingung z. B. auf 24° gebracht ist, und man will die Beobachtung mit einer Elongation von 20° anfangen, so wartet man, bis die Schwingungen, durch den Widerstand der Luft vermindert, sich dem 20sten Grade nähern. Sieht man an die Elongation dem zwanzigsten Grad so nahe kommen, dass man glaubt, die nächste Doppelschwingung (nach derselben Seite) werde denselben erreichen, so wirft man das Auge auf die Uhr und erwartet den Augenblick, wann der Zeiger auf einen der 12 Striche 0, 5, 10 u. s. w. fällt. In diesem Augenblicke zählt man 0, 1, 2, 3 u. s. w. nach dem Gehöre, und wirft indess das Auge auf den Cylinder. In dem Augenblicke, wann das Ende des Cylinders bei dem 20sten Grade anhält, hört man mit dem Zählen auf und zeichnet den Strich auf der Uhr an, von welchem man ausging, nebst den hergezählten Uhrschlägen. Ein Uhrschlag kann mit Leichtigkeit in zwei Theile und bei einiger Uebung ziemlich sicher in 4 getheilt werden, wodurch man also $\frac{1}{10}$ Sekunde hat. Da der Cylinder 2 Schwingungen in wenig über 5 Sekunden macht, so hat man Zeit genug, die Augen von dem Cylinder auf die Uhr und von da wieder auf den Cylinder zu werfen, während diese 2 Schwingungen ausgeführt werden. Während man das Zeitmoment des Anfangspunktes des Versuches aufzeichnet, vollführt der Cylinder gewöhnlich 2 Schwingungen; man zählt also ferner die Anzahl der Schwingungen, bis man zu der 8ten kommt; alsdann wirft *man wieder* die Augen auf die Uhr, und zählt

nach dem Gehör die Anzahl der Uhrschläge zwischen dem Augenblick, da der Sekundenzeiger auf einem der 12 Sekundenstriche ruhete, bis zu Ende der 10ten Schwingung u. s. w. Bei einem Sturme oder einem andern störenden Geräusche muss man die Uhr dicht an das Ohr halten, um die Uhrschläge nicht zu verfehlen. Dass der Cylinder zu Anfange des Versuches genau die Elongation habe, die man bei allen früheren Versuchen gewählt hatte, ist sehr wichtig; denn die Zeit von 300 Schwingungen, welche mit 30° Elongation anfangen, ist gegen 3″ länger als die Zeit von 300 Schwingungen, welche mit 20° Elongation anfangen; und wenn man mit 20° Elongation anhebt, so wird man die Zeit zwischen der 0ten und 300sten Schwingung ein paar Zehntel einer Sekunde länger finden als die Zeit zwischen der 10ten und der 310ten u. s. w. Um diess zu erlangen, muss der Kasten genau in den magnetischen Meridian gestellt seyn, so dass der Cylinder, wenn er in Ruhe ist, genau an beiden Enden den Diameter o am Boden des Kastens deckt, oder, wenn er schwingt, an beiden Enden genau dieselbe Elongation sowohl an der rechten als linken Seite erreicht. Wenn diess in Richtigkeit gebracht worden, hält man das Auge lothrecht über dem 20sten Grade, und wofern alsdann die Dicke des Cylinders genau vom Striche 20° halbirt wird, so wird das Moment aufgezeichnet; geschieht dieses nicht, so fährt man in der Zählung der Sekundenschläge bis zu Ende der nächsten Doppelschwingung fort. Der Beobachter muss sich etwas gegen diejenige Seite des Instrumentes hin stellen, an welcher die Elongationen beobachtet werden; denn dadurch erreicht er den Vortheil, dass er

ſich in keiner einzelnen Schwingung irren kann; zwei zu verfehlen, geſchieht nicht ſo leicht. Beobachtet man 300 Schwingungen, ſo werden die letzten ſo klein, daſs ſie nicht ein Paar Grade überſteigen. Man muſs dann das Auge lothrecht über dem Ende des Cylinders halten, und da er immer ein Paar Grade deckt, ſo kann man leicht ſehen, wann der Zwiſchenraum zwiſchen der äuſserſten Seitenlinie des Cylinders und dem nächſten Theilungsſtriche am Boden des Kaſtens aufhört, zu- oder abzunehmen. Je näher der Cylinder dem Boden des Kaſtens hängt, deſto genauer kann dieſe Beobachtung geſchehen; doch darf der Abſtand nicht geringer als 1 Linie ſeyn, da ſonſt das geringſte Stäubchen am Boden des Kaſtens die Schwingungen hemmen kann. Während der Beobachtung muſs der Beobachter keinen Fuſs verrücken; denn ſetzt er einen Fuſs näher an einen der Füſse des Statives, ſo werden dem Mittelpunkte des Cylinders wegen der Elaſticität des Erdbodens Seitenſchwingungen mitgetheilt, welche ſich mit den Pendelſchwingungen um den Mittelpunkt vermengen und der Genauigkeit, beſonders bei den letzten kleinen Schwingungen, ſchaden. Beobachtungen in Häuſern, welche angeſtellt werden um die täglichen Variationen zu unterſuchen, können mit weit gröſserer Genauigkeit ausgeführt werden. Doch muſs das Inſtrument auf keinem Tiſche ſtehen, deſſen Füſse auf der Diele ruhen; denn dann werden des Beobachters eigene Tritte, wenn er ſich dem Inſtrumente nähert, und jede Bewegung im Hauſe, den Mittelpunkt des Cylinders in Bewegung bringen. Es muſs auf einem Brette, welches an der Wand befeſtigt iſt, *aufgeſtellt* werden; man wird dann zu An-

fange des Verfuches immer den Cylinder in völliger Ruhe finden. Der Beobachter fetzt fich dicht vor das Instrument dergeftalt, dafs er die vordere Endfläche des lothrecht abgefchliffenen und wohl polirten Cylinders fieht. In diefer Endfläche fpiegeln fich die Theilungsftriche an dem Boden, und man kann felbft bei den geringften Schwingungen mit der gröfsten Genauigkeit den Augenblick fehen, wann diefer reflectirte Theilungsftrich fich auf der kleinen Kreisfläche zu bewegen aufhört. Macht man die Beobachtung bei Licht, fo mufs diefes nicht zu niedrig ftehe; der Cylinder wirft alsdann einen fcharf begränzten Schatten auf den Boden des Kaftens, und man beobachtet die Bewegungen diefes Schattens über den Theilungsftrichen vielleicht noch genauer als die eigenen Schwingungen des Cylinders am hellen Tage. Dafs man nur Ein Licht brauchen dürfe, und dafs diefes dicht am Inftrumente an der einen Seite deffelben ftehen müffe, verfteht fich von felbft. Die erfte Elongation mufs natürlicher Weife am Cylinder felbft beobachtet werden, da fich der Schatten fchief projicirt. Um bei Beobachtungen auf freiem Felde entübrigt zu feyn, das Chronometer in der Hand zu halten, habe ich einen kleinen meffingenen Rahmen von derfelben Figur wie die Bodenfläche des Chronometerkaftens verfertigen laffen; er wird durch eine kleine Krampe an der Kante der dreieckigen Meffingplatte *ABC* des Statives (Fig. 2) feftgefchraubt; ich habe es aber eben fo bequem gefunden, das Chronometer in der linken Hand zu halten, das Beobachtungs-Journal (in Octavform) und den Bleiftift aber in der rechten; wenn die Beobachtung aufgezeichnet werden foll, wird das Papier

auf das Chronometer gelegt, die Beobachtung nieder geschrieben, und darauf wieder schnell in die rechte Hand genommen, damit die Uhrscheibe bei der nächsten Beobachtung nicht zugedeckt seyn möge. Je weniger zusammengesetzt der Apparat ist, desto schneller geschieht die Aufstellung und desto leichter ist der Transport.

Hat man nun solchergestalt 300 Schwingungen beobachtet und man zieht das Zeitmoment zu Anfange von dem Zeitmomente am Ende ab, so hat man die Zeit von 300 Schwingungen; diese ist aber mit den bei diesen zwei Zeitbestimmungen unvermeidlichen kleinen Beobachtungsfehlern behaftet. Uebersteigen diese gleich jede für sich keine $\frac{2}{10}$ Sekunde, so wird, wenn sie auf die entgegengesetzte Seite fallen, der Fehler im Resultate $= \frac{4}{10}$ Sekunde; und auf diese Weise hat man alle die zwischenliegenden Beobachtungen gar nicht benutzt. Wollte man den Versuch 6—7 Mal wiederholen und aus diesen eine Mittelzahl nehmen, so erhielte man eine gröſsere Genauigkeit; dazu wären aber ein Paar Stunden nöthig, geschweige von dem Raume zu reden, den diese Beobachtung im Tagebuche einnehmen würde. Man kann denselben Zweck schon durch Fortsetzung des Versuches bis zur 360sten Schwingung erreichen, welches etwa eine Zeit von 3 Minuten mehr erfordern wird. Man hat alsdann 7 Werthe für die Zeit von 300 Schwingungen, nämlich von 0 bis 300, von 10 bis 310, von 20 bis 320 . . . von 60 bis 360; aus diesen wird eine Mittelzahl genommen. Folgende Beobachtungen im Garten des Commandeur Wleugel in Kopenhagen den 13. Nov. 1824 werden die Methode am besten erläutern:

Ordnung der Schwingg.	Zeitmoment		Ordnung der Schwingg.	Zeitmoment		Ordnung der Schwingg.	Zeitmoment		Zeit von 300 Schwingungen
	Sek. Schlg	Sek.		Sek. Schlg	Sek.		Sek. Schlg	Sek.	
0	40 + 8½	43,0	150	15 + 5¼	17,3	300	45 + 15¼	50,5	787″,5
10	5 + 10¼	9,3	160	40 + 9¾	43,6	310	15 + 4	16,8	7,5
20	30 + 14	35,6	170	5 + 11½	9,8	320	40 + 8	42,8	7,2
30	0 + 5	2,0	180	30 + 15	36,0	330	5 + 10	9,2	7,2
40	25 + 8	28,4	190	0 + 5½	2,2	340	30 + 13¼	35,3	6,9
50	50 + 13	54,8	200	25 + 8	28,4	350	0 + 3½	1,4	6,6
60	20 + 1¼	20,9	210	50 + 12½	54,6	360	25 + 6	27,6	6,7
70	45 + 7	47,2	220	15 + 14	20,8				
80	10 + 8	13,6	230	45 + 6	46,8		Mittel	=	787″,09
90	35 + 12¾	39,9	240	10 + 7	13,2		Uhr Correct.	= +	0, 16
100	5 + 2¼	6,1	250	35 + 12	39,6				787″,25
110	30 + 6	32,4	260	0 + 14	5,6				
120	55 + 10	58,8	270	30 + 4½	31,8				
130	20 + 11	24,8	280	55 + 8	58,0				
140	50 + 3¾	51,1	290	20 + 9½	24,2				

Zu Anfang der Beobachtung hatte das Chronometer $8\frac{1}{4}$ Schläge gemacht; nachdem der Sekundenzeiger auf 40″ stand; also ist nach der oben angeführten Tabelle über den Werth der Eintheilung dieses Chronometers das Zeitmoment im Anfange
$= 39'',6 + 0'',4 \cdot 8\frac{1}{4} = 39'',6 + 3'',4 = 43'',0$ *).
Am Ende der 10ten Schwingung waren $10\frac{1}{4}$ Schläge von dem Augenblicke an verlaufen, als der Sekundenzeiger auf 5 stand, also wird der Zeitmoment $= 5'',2 + 4'',1 = 9'',3$ u. s. w. Am Ende der 300sten Schwingung war das von der Uhr angegebene Zeitmoment $= 50'',5$, zu Anfange der ersten Schwingung $= 43'',0$. In diesem Zwischenraume war aber der Sekundenzeiger 13 Mal über 60 gegangen, also war die Zeit von 300 Schwingungen $= 13' \; 50'',5 - 43'',0 = 13' \; 7'',5 = 787'',5$. Auf dieselbe Art werden, durch Abzug der Zeit der 10ten von der Zeit der 310ten Schwingung u. s. f., die folgenden 6 Werthe für die Zeit von 300 Schwingungen gefunden, welche in der letzten Columne enthalten sind. Dass diese Werthe für die letzten 300 Schwingungen geringer sind, als für die ersten 300, rührt daher, dass die Schwingungsbogen im Anfange sehr schnell abnehmen, gegen das Ende aber beinahe constant und folglich isochron werden. Das Mittel entspricht also der Zeit von 300 Schwingungen, welche man erhalten haben würde, falls man den Versuch mit der 30sten

*) Da diese Reduction so oft wiederkehrt, so mache man sich Ein Mal für alle eine Tabelle über die Werthe 5″ + 1 Schlag, 5″ + 2 S.; 5″ + 3 S. u. s. w. bis 5″ + 20 S.; und ebenfalls für die übrigen Striche 10″, 15″, 20″ . . . 55″.

angefangen und mit der 330sten Schwingung geschlossen hätte. Aus diesen zwei Beobachtungen wird nämlich die Zeit von 300 Schwingungen = 787″,2 gefunden, das Mittel aus allen giebt 787″,09, der Unterschied ist nur 0,11. Da das Chronometer täglich 18″ retardirte, so wird diefs für die Stunde oder in 60 Minuten = ¾ Sekunde = 0″,75; also in 13′,1 = 0″,16.

Es ist zweckmäfsig, dafs man vorher sein Tagebuch auf obige Weise liniire, doch mit Ausnahme derjenigen Columnen, welche zur Ueberschrift haben: Ordnung der Schwingungen; denn ein solches Schema bekommt Raum genug auf einer Octavseite, und wenn das Schema vollgeschrieben ist, (5 und 5 Zahlen in jeder Einfassung und 2 in der letzten), so ist man gewifs, 360 Schwingungen zu besitzen. Alle Beobachtungen zwischen der 60sten und 300sten scheinen überflüssig zu seyn, und man könnte sie also ganz auslassen und blofs die Schwingungen des Cylinders abzählen, ohne die Uhr zu beobachten; allein 1) wird man bei der langen einförmigen Zählung von 240 Schwingungen leichter zerstreut und zählt leichter falsch, als wenn man blofs bis 10 zählt; 2) kann man, wenn man auch falsch gezählt hat, wann das Zeitmoment jeder 10ten Schwingung aufgezeichnet worden, den Fehler leicht sowohl entdecken als verbessern. Denn man braucht blofs die Zeitmomente im Anfange bei der 150sten und bei der 300sten Schwingung von einander abzuziehen; ist dasjenige der ersten Differenz um eine Sekunde gröfser als das letzte, so ist aller Wahrscheinlichkeit nach, kein Fehler begangen. In der obigen Beobachtung hat man folgende drei Zeitmomente:

0′ 43″,0	
	6′ 34″,3
7 17,3	
	6 33,2
13 50,5	

Will man noch ſicherer ſeyn, ſo kann man die Reihe in 3 Theile, jeden von 100 Schwingungen, theilen, und man bekömmt alsdann folgende 3 Differenzen: 4′ 23″,1; 4′ 22″,3, und 4′ 22″,1, und hegt man noch einigen Zweifel, ſo kann man die Differenzen von 10 zu 10 Schwingungen, die ganze Reihe hindurch nehmen, wodurch man in der obigen Beobachtung finden wird, daſs die Zeit von 10 Schwingungen zwiſchen 26″,4 und 26″,0 liegt, und kann ſich ſo von der Richtigkeit der Beobachtung überzeugen. Findet ſich, daſs man an einem Orte 8 oder 12 ſtatt 10 Schwingungen gezählt hat, ſo dividirt man die Zeit der letzten 60 Schwingungen mit 30 *), wodurch man die Zeit von 2 Schwingungen findet, welche der Mittelzahl entweder zugelegt oder von derſelben abgezogen wird. So iſt in der obigen Beobachtung die Zeit der 60 letzten Schwingungen = 2′ 37″,1 = 157″,1, alſo von 2 Schw. = 5″,24.

Stellt man die Beobachtungen lange an einem und demſelben Orte an, um die täglichen und monatlichen Variationen zu unterſuchen, ſo iſt es zugleich leichter und ſicherer, die Uhr für ſich zählen zu laſſen. Denn da dieſe Variationen nicht ein Paar Sekunden auf 300 Schwingungen überſteigen, ſo kann man ganz ſicher

*) Warum dieſe Correction aus den letzten und nicht aus den erſten abgeleitet werden müſſe, ſieht jeder leicht ein, da nämlich die Schwingungen nicht iſochron ſind.

seyn, bei den zwischenliegenden 240 Schwingungen um keine 2 zu irren. In der obigen Beobachtung ist z. B. die Zeit zwischen der 60sten und der 290sten Schwingung = 10′ 24″,2 − 20″,9 = 10′ 3″,3. Wir wollen annehmen, daſs die Uhr bei der 60sten Schwingung 12ʰ 35′ 20″,9 gezeigt hätte, so findet man, indem man 10′ 3″,3 hinzulegt, daſs sie bei der 290sten 12ʰ 45′ 24″,2 zeigen wird; hätte die Uhr bei einer andern Beobachtung am Ende der 60sten Schwingung auf 5ʰ 18′ 16″,1 gezeigt, so wird sie bei der 290sten 5ʰ 28′ 19″,4 zeigen. Man zeichne also am Ende der 60sten Schwingung zugleich die Minute auf und lege die bekannte Zeit der 230 Schwingungen hinzu, welche man auslassen will, so hat man die Stundenzeit der 290sten Schwingung. Bei dieser muſs man sich wiederum einfinden, und die 10 letzten Schwingungen zählen, um die Zeit der 300sten zu erhalten; doch wirft man, wie gewöhnlich, schon bei der 8ten das Auge auf die Uhr. Hiebei ist es nothwendig, sich zu gewöhnen, die Elongationen immer an derselben Seite (z. B. zur Rechten) zu beobachten, um in keiner einzelnen Schwingung zu irren. In der Zwischenzeit kann man vom Instrumente weggehen und in einer warmen Stube die Reduction der ersten 60 Schwingungen vornehmen, was bei einer Reihe täglicher Beobachtungen, die das ganze Jahr fortgesetzt wird, besonders in unserm Norden eine groſse Erleichterung ist. Bei solchen fortgesetzten Beobachtungs-Reihen zeichne ich zwischen der ersten und 60sten und zwischen der 300sten und 360sten jede 6te Schwingung an, wodurch ich 11 Werthe für die 300 Schwingungen und also eine noch genauere Mittelzahl erhalte.

Abnahme der Schwingungsbogen.

Der Widerſtand der Luft macht, daſs die Schwingungsbogen während des Verſuches beſtändig von 20° bis etwa 2° bei der 300ſten Schwingung abnehmen; und dadurch werden auch die Schwingungszeiten kürzer. Wir haben in der obenangeführten Beobachtung geſehen, daſs die erſten 150 Schwingungen in 6′ 34″,5, die letzten in 6′ 33″,2 vollführt wurden; hätte man mit 30° Elongation angefangen, ſo würde man den Unterſchied noch gröſser, nämlich etwa 2½ Sekunden gefunden haben. Der magnetiſche Cylinder kann nämlich als ein doppeltes Pendel betrachtet werden; denn die Pendeltheorie ſetzt nur eine Kraft voraus, welche auf alle Punkte des ſchwingenden Körpers in parallelen Richtungen wirkt, und dieſer Parallelismus kann (für einen und den nämlichen Ort (*P*.)) mit demſelben Rechte bei dem Erdmagnetismus wie bei der Schwere vorausgeſetzt werden. Wird bei einem ſchwingenden Körper die Zeit einer Schwingung durch den Bogen $2e = t'$ geſetzt (wo alſo die gröſste Elongation $= e$ iſt), die einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen $= t$, ſo iſt nach der Pendeltheorie

$$1)\quad t' = t\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sin^2\left(\frac{e}{2}\right) + \left(\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}\right) \cdot \sin^4\left(\frac{e}{2}\right) + \left(\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}\right)^2 \cdot \sin^6\left(\frac{e}{2}\right) + \ldots\right],$$

wo das Geſetz der Reihe leicht zu faſſen iſt. Hieraus iſt ſichtlich, daſs t' allemal gröſser iſt als t, daſs aber der Unterſchied kleiner wird, je geringer e iſt. Wird die Summe derjenigen Glieder der Reihe, welche nach 1 folgen, $= R$ geſetzt, ſo iſt $t' = t\,(1 + R)$. Bezeichnet man die aufeinander folgenden, durch den Wi-

derstand der Luft verringerten Elongationen mit $e_0, e_1, e_2 \ldots e_n$, die dazu gehörenden Werthe des letzten Theiles der Reihe mit $R_0, R_1, R_2, R_3 \ldots R_n$, setzt die Summe aller Werthe der Reihe $= \Sigma(R)$, die Summe aller n Schwingungszeiten oder die Zeit von n Schwingungen von der Elongation e_0 bis e_n $= \Sigma(t) = T$, so ist

$$T = t\,[n + \Sigma(R)]$$

und

$$t = \frac{T}{n + \Sigma(R)}$$

wodurch die Zeit einer unendlich kleinen Schwingung t gefunden werden kann, wenn man n Schwingungen beobachtet hat und die Elongation einer jeden derselben kennt. Diese Reduction ist nothwendig, *wenn man Beobachtungen vergleichen soll, welche unter verschiedenen Elongationen gemacht wurden, oder bei welchen die Anzahl der Schwingungen verschieden war.* Es ist daher am besten, wenn man sich immer an dieselbe Elongation und dieselbe Anzahl Schwingungen hält, denn dann wird der Factor $n + \Sigma(R)$ eine beständige Grösse, welche bei der Division wegfällt. Da ich aber einige wichtige und gute Beobachtungen aus Paris, London und Edinburg habe, bei denen diese Regeln nicht befolgt sind, so wird es nöthig, diese Reduction hier genauer zu entwickeln.

Wenn man auf die obige Weise solche Beobachtungen reduciren wollte, so müsste man fürs Erste die Grösse der Elongation bei allen n Schwingungen vorher untersuchen und nächstdem die n verschiedenen

Werthe der Reihe R berechnen, welche zu diesen Elongationen gehören, und endlich diese addiren, um $\Sigma(R)$ zu finden, was, wenn n bis auf 300 steigt, eine äusserst weitläufige und ermüdende Arbeit seyn würde. Kürzer gelangt man auf folgende Weise zum Ziele. Die Theorie zeigt und die Erfahrung bestätigt es, dass die aufeinander folgenden Elongationen $e_0, e_1, e_2, e_3 \ldots . e_n$ eine geometrische Reihe ausmachen, so dass man wenn jede folgende mit der nächst vorhergehenden Elongation dividirt wird, einen stätigen Quotienten bekommt, oder dass

$$\frac{e_1}{e_0} = \frac{e_2}{e_1} = \frac{e_3}{e_2} = \ldots = m,$$

wo m ein Bruch ist, der nur wenig kleiner ist als eins.

Man hat also $e_1 = me_0$, $e_2 = m^2 e_0$, $e_n = m^n e_0$, hat man also die Elongation bloss zu Anfange der ersten und zu Ende der 100sten oder 200sten Schwingung, d. h. zu Anfange der 101sten oder 201sten, so kann m gefunden werden; denn da $e_n = m^n e_0$, so ist

$$\log m = \frac{\log(e_n) - \log(e_0)}{n}$$

Setzt man nun in die Reihe (1) für e nacheinander folgende Werthe: $e, me, m^2 e, m^3 e \ldots m^{n-1} e$, so erhält man

$$\text{II)}\quad \Sigma(R) =$$

$$\tfrac{1}{4}\left[\sin^2\left(\frac{e}{2}\right)+\sin^2\left(\frac{me}{2}\right)+\sin^2\left(\frac{m^2 e}{2}\right)+\ldots+\sin^2\left(\frac{m^{n-1}e}{2}\right)\right]$$

$$+\tfrac{9}{64}\left[\sin^4\left(\frac{e}{2}\right)+\sin^4\left(\frac{me}{2}\right)+\sin^4\left(\frac{m^2 e}{2}\right)+\ldots+\sin^4\left(\frac{m^{n-1}e}{2}\right)\right]$$

$$+\tfrac{25}{256}\left[\sin^6\left(\frac{e}{2}\right)+\sin^6\left(\frac{me}{2}\right)+\sin^6\left(\frac{m^2 e}{2}\right)+\ldots+\sin^6\left(\frac{m^{n-1}e}{2}\right)\right]$$

Ist $e = 40°$, wird $\frac{25}{256} \cdot \sin^6\left(\frac{e}{2}\right) = 0{,}000156$, und wenn $e = 30° = 0{,}000029$; wirft man also dieses Glied weg, so hat der daraus entspringende Fehler, wenn $e = 40°$, nur Einfluss auf die 5te Ziffer, und wenn $e = 20°$, nur auf die 6te. Es ist also hinreichend, nur die 2 ersten Reihen von II) zu summiren. Nun ist,

$$\sin\left(\frac{e}{2}\right) = \frac{e}{2} - \frac{e^3}{48} + \ldots$$

$$\sin^2\left(\frac{e}{2}\right) = \frac{e^2}{4} - \frac{e^4}{48} + \ldots$$

$$\sin^4\left(\frac{e}{2}\right) = \qquad \frac{e^4}{16} - \ldots$$

Substituirt man diese Werthe in den obigen Reihen, so erhält man:

$$\Sigma(B) = \frac{1}{4} \cdot \frac{e^2}{4}\left(1 + m^2 + m^4 + \ldots\ldots + m^{2n-2}\right)$$

$$- \frac{1}{4} \cdot \frac{e^4}{48}\left(1 + m^4 + m^8 + \ldots\ldots + m^{4n-4}\right)$$

$$+ \frac{9}{64} \cdot \frac{e^4}{16}\left(1 + m^4 + m^8 + \ldots\ldots + m^{4n-4}\right)$$

Aber die Summe der ersten Reihe ist $= \frac{1 - m^{2n}}{1 - m^2}$ der beiden letzten $= \frac{1 - m^{4n}}{1 - m^4}$; also wird:

$$\text{III)} \quad \Sigma(B) = \frac{e^2}{16} \cdot \frac{1 - m^{2n}}{1 - m^2} + \frac{11 e^4}{3072} \cdot \frac{1 - m^{4n}}{1 - m^4}$$

$$= \left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1 - m^{2n}}{1 - m^2} + \frac{11}{12} \cdot \left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1 - m^{4n}}{1 - m^4},$$

$$\text{IV)} \quad T = t\left[n + \left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1 - m^{2n}}{1 - m^2} + \frac{11}{12} \cdot \left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1 - m^{4n}}{1 - m^4}\right].$$

Ist T^1 die Zeit der n Schwingungen von der $r$ten gerechnet, so findet sich T^1 dadurch, dass man in den

vorſtehenden Ausdrücke $m^r e$ ſtatt e ſubſtituirt; man erhält alsdann:

$$T^1 = t\left[n + \left(\frac{m^r e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1-m^{2n}}{1-m^2} + \frac{11}{12} \cdot \left(\frac{m^r e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1-m^{4n}}{1-m^4}\right.$$

V) $T - T^1 =$

$$t\left[(1-m^{2r}) \cdot \left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1-m^{2n}}{1-m^2} + \frac{11}{12} \cdot (1-m^{4r}) \cdot \left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1-m^{4n}}{1-m^4}\right].$$

Da nun die Differenz zwiſchen der Zeit von n Schwingungen, vom Anfang des Verſuches und von der $r$ten Schwingung an gerechnet, *dem Quadrate der Elongation zu Anfange des Verſuches proportionirt iſt, ſo iſt es nicht räthlich, den Verſuch mit groſsen Elongationen anzufangen.* Denn iſt man zu Anfange der Beobachtung ungewiſs, bei welcher der zwei aufeinander folgenden Doppelſchwingungen die Elongation genau $= e$ war, ſo wird der aus einem ſolchen Fehlgriffe entſtehende Fehler in der Zeit T, z. B. für $e = 40°$ 4 Mal ſo groſs, als für $e = 20°$. Ich habe es aus dieſem Grunde am ſicherſten gefunden, immer die Beobachtung bei 20° Elongation anzufangen. Dadurch, daſs e gröſser genommen wird, verliert man aus dieſem Grunde mehr an Genauigkeit, als man bei den wenig vergröſserten Schwingungsbogen am Ende des Verſuches gewinnt. In obigen Formeln muſs e in Theilen des Halbmeſſers ausgedrückt ſeyn.

Um zu unterſuchen, ob die aufeinander folgenden Schwingungsbogen in der That eine geometriſche Progreſſion ausmachen, brachte ich den Dollond'ſchen Cylinder zu 20° Elongation, und beobachtete die Gröſse der Elongation am Ende jeder 10ten Schwingung. Folgende Tafel enthält das Reſultat:

Schwingung	e	Schwingung	e	Schwingung	e	Schwingung	e
0	20°,00	100	9°,75	200	5°,50	300	3°,20
10	18,25	110	9,25	210	5,25	310	3,00
20	17,75	120	8,33	220	5,00	320	2,67
30	16,00	130	8,10	230	4,80	330	2,33
40	15,25	140	7,90	240	4,50	340	2,20
50	14,30	150	7,20	250	4,20	350	2,00
60	13,67	160	6,90	260	4,00	360	2,00
70	12,25	170	6,25	270	3,90		
80	11,67	180	6,00	280	3,75		
90	10,25	190	5,90	290	3,67		
100	9,75	200	5,50	300	3,20		

Ist nun obige Hypothese richtig, so wird die Elongation bei der 100sten Schwingung, dividirt mit der Elongation am Anfange der Beobachtung, denselben Quotienten geben, welchen die Elongation bei der 200sten Schwingung, dividirt mit der Elongation bei der 100sten, gab u. s. w. Nun ist:

$$\left.\begin{aligned} \frac{e_{100}}{e_0} &= \frac{9,75}{20,00} = 0,4875 \\ \frac{e_{200}}{e_{100}} &= \frac{5,50}{9,75} = 0,5641 \\ \frac{e_{300}}{e_{200}} &= \frac{3,1}{5,5} = 0,5636 \end{aligned}\right\} = m^{100}$$

Der Quotient ist also beinahe constant, scheint aber doch bei grossen Schwingungsbogen etwas kleiner zu seyn. Um auszumitteln, ob dieses sich so verhalte, brachte ich den Cylinder auf 40° Elongation, und zeichnete bei jeder 10ten Schwingung folgende Elongationen an:

Schwingung	e	Schwingung	e	Schwingung	e	Schwingung	e
0	40°,00	100	19°,00	200	9°,50	300	5°,25
10	36,90	110	17,90	210	8,67	310	5,00
20	33,90	120	16,10	220	8,00	320	4,80
30	31,10	130	15,10	230	7,75	330	4,50
40	29,00	140	14,50	240	7,50	340	4,20
50	27,00	150	13,90	250	7,00	350	4,00
60	25,10	160	12,50	260	6,50	360	3,80
70	23,75	170	11,90	270	6,00		
80	22,00	180	10,75	280	5,75		
90	20,10	190	10,00	290	5,40		
100	19,00	200	9,50	300	5,25		

Hier ist:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{e_{100}}{e_0} = \frac{19}{40} = 0,4750 \\ \frac{e_{200}}{e_{100}} = \frac{9,5}{19} = 0,5000 \\ \frac{e_{300}}{e_{200}} = \frac{5,25}{9,5} = 0,5556 \end{array}\right\} = m^{100}$$

woraus deutlich zu ersehen ist, *dass m keine ganz constante Grösse, sondern dass sie bei grossen Elongationen etwas kleiner ist und sich schon zwischen dem 20sten und 10ten Grade einer festen Gränze nähert*, d. i. dass die Schwingungsbogen im Anfange in einem etwas stärkern Verhältnisse abnehmen als am Ende. Bei der Reduction muss man denjenigen Werth von m brauchen, welcher aus den ersten 100 Schwingungen gefunden wird; denn die Reduction hat am meisten Einfluss auf die grossen Schwingungsbogen, und es ist also am wichtigsten, dass der angenommene Werth von m diese genau giebt; die kleineren Bogen sind fast isochron. Bei dem ersten Versuche wird z. B. aus den ersten 100 Schwingungen gefunden

$$\log m = \tfrac{1}{100} (\log 9,75 - \log 20) = 9,99688 - 10$$
$$\text{also } m = 0,99284$$

aus allen 360

$$\log m = \tfrac{1}{360} (\log 2 - \log 20) = 9,99722 - 10$$
$$m = 0,99362$$

Mit diesen Werthen von m findet man folgende Werthe von e;

Schwingung	θ beobachtet	θ berechnet	Unterschied	θ berechnet	Unterschied
0	20°,00	20°,00	0°,00	20°,00	0°,00
10	18,25	18,61	+ 0,36	18,76	+ 0,51
20	17,75	17,32	− 0,43	17,60	− 0,15
30	16,00	16,12	+ 0,12	16,51	+ 0,51
40	15,25	15,00	− 0,25	15,48	+ 0,23
50	14,30	13,96	− 0,34	14,53	+ 0,23
60	13,67	13,00	− 0,67	13,62	− 0,05
70	12,25	12,10	− 0,15	12,78	+ 0,53
80	11,67	11,26	− 0,41	11,99	+ 0,32
90	10,25	10,48	+ 0,23	11,25	+ 1,00
100	9,75	9,75	0,00	10,55	+ 0,80
150	7,20	6,81	− 0,39	7,66	+ 0,46
200	5,50	4,75	− 0,75	5,56	+ 0,06
250	4,20	3,32	− 0,88	4,04	− 0,16
300	3,20	2,32	− 0,88	2,94	− 0,26
350	2,00	1,62	− 0,38	2,13	+ 0,13

Bei den in der dritten Columne berechneten Werthen von θ ist der erste Werth von m, bei den in der 5ten Columne angeführten der letzte, aus allen 360 Schwingungen gefundene Werth zum Grunde gelegt worden. Die ersten stimmen bis zur 100sten Schwingung so genau mit den Beobachtungen, als man erwarten kann, da der Unterschied bald positiv, bald negativ ist, und selten auf ½ Grad steigt; die letzten Bogen werden durch diesen Werth von m etwas zu klein gefunden. Der letzte Werth von m giebt die ersten Schwingungsbogen etwas zu groſs, so daſs der Unterschied bei der 90sten sogar auf einen Grad steigt; die letzten, auf welche es weniger ankommt, stimmen hingegen besser.

Um zu sehen, in wiefern diese Formeln zu der Beobachtung stimmen, wollen wir in der Formel IV) die Zeit einer unendlich kleinen Schwingung $t = 2'',62$, $m = 0,99284$, $n = 150$, $e = 20°$ setzen, wodurch man die Zeit von 150 Schwingungen von 20° findet. Nach 150 Schwingungen ist die Elongation $= 20° . m^{150} = 6°,81 = 6° 49'$; setzt man also danach in denselben Formeln $e = 6° 49'$ und läst m, n und t dieselben Werthe behalten wie vorher, so bekommt man die Zeit der nächstfolgenden 150 Schwingungen. Dadurch findet man die Zeit

der ersten 150 Schwingungen	= 394'',23
der letzten 150 - -	= 393,14
Summe	= 787,37
Diff.	= 1,09

welche Differenz völlig mit den Beobachtungen in Kopenhagen übereinstimmt, wo die ersten 150 Schwingungen in 394'',3 und die letzten in 393'',2 mit einer Differenz = 1'',1 beobachtet wurden. Setzet man hingegen zuerst $e = 40°$ und darauf $e = 40° . m^{150} = 13°,62 = 13°,37'$, so findet man die Zeit

der ersten 150 Schwingungen	= 397'',95
der letzten 150 - -	= 393,60
Summe	= 791,55
Diff.	= 4,35

woraus man den Einfluss der Grösse der Elongation und die Nothwendigkeit der angeführten Reduction deutlich ersieht. Substituirt man endlich in der Formel V) $r = 60$, $n = 300$, $e = 20°$, und läst t und m dieselbe Grösse wie oben behalten, so findet man den Unterschied $T - T'$ zwischen der Zeit von 300

Schwingungen aus der ersten bis zur 300sten und aus der 60sten bis zur 360sten Schwingung = 0″,7978. Bei der Beobachtung in Kopenhagen war die Zeit der ersten 300 Schwingungen = 787″,5, der letzten = 786″,7, die Differenz = 0″,8, welches genau zu der Berechnung stimmt.

Man sieht leicht ein, daſs der Factor m von der Form und dem Gewichte des Cylinders, der Form der Hülse und der Dichtigkeit der Luft abhange und daſs er alſo für die verschiedenen Cylinder verschieden seyn müſſe. Inzwischen habe ich bei verschiedenen Cylindern, deren Dimensionen doch nicht völlig dieselben waren, ihn beständig zwischen den Gränzen 0,9922 und 0,9930 gefunden. Man kann alſo die Formel IV) dergestalt einrichten, daſs sie für verschiedene Werthe von m und n in eine Tabelle gebracht werden kann. Iſt nämlich die Elongation e am Anfange der Beobachtung = μ Graden, so iſt

$$\left(\frac{e}{4}\right)^2 = \mu^2 \left(\frac{1^\circ}{4}\right)^2 = \mu^2 \cdot 0{,}0000019039 = \mu^2 \alpha$$

Wird nun gesetzt

$$\left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1 - m^2 n}{1 - m^2} = \mu^2 \alpha \cdot \frac{1 - m^2 n}{1 - m^2} = A\mu^2$$

so iſt

$$\tfrac{11}{12} \left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1 - m^4 n}{1 - m^4} = \tfrac{11}{12} \cdot \frac{1 + m^{2n}}{1 + m^2} \alpha \cdot A\mu^4 = AB\mu^4$$

wenn

$$A = \frac{1 - m^2 n}{1 - m^2} \cdot \alpha, \quad B = \tfrac{11}{12} \cdot \frac{1 + m^{2n}}{1 + m^2} \cdot \alpha$$

folglich

$$T = t\,[n + A\mu^2 + AB\mu^4].$$

Wenn man nach meiner Methode jede 10te ($p$te) Schwingung beobachtet, und ein Mittel von 7 (r) verschiedene Werthe von 300 (n) Schwingungen

nimmt, nämlich zwischen der 0ten und 300sten, zwischen der 10ten und 310ten . . . zwischen der 60sten und 360sten, so sollte man, wenn man genau verfahren wollte, eigentlich in der obigen Formel statt μ^2 setzen:

$$\tfrac{1}{7}\,\mu^2\,(1 + m^{20} + m^{40} + m^{60} + m^{80} + m^{100} + m^{120})$$

$$= \tfrac{1}{7}\,\mu^2 \,.\, \frac{1 - m^{140}}{1 - m^{20}}$$

und statt μ^4

$$\tfrac{1}{7}\,\mu^4 \,.\, \frac{1 - m^{280}}{1 - m^{40}}$$

Oder im Allgemeinen, wenn man jede $p$te Schwingung beobachtet und T bedeutet ein Mittel aus r verschiedene Zeiten von n Schwingungen zwischen der 0ten und der $(n + r - 1)$ten, so ist

$$T = t\left(n + A\mu^2 \,.\, \frac{1 - m^{2rp}}{r(1 - m^{2p})} + AB\mu^4 \,.\, \frac{1 - m^{4rp}}{r(1 - m^{4p})}\right).$$

Ist aber r eine kleine Zahl, z. B. 2, 3 oder 4, und ist die erste Elongation nicht sehr groſs, so kann man ohne merkliche Fehler statt μ setzen die zu der mittleren $\left(\frac{rp}{2}\right)$ Schwingung gehörige Elongation

$$= \mu \,.\, m^{\frac{(r-1)p}{2}}$$

Folgende Tabellen enthalten log A und log B für verschiedene Werthe von m und n; wird der Werth von m nicht in der Tabelle gefunden, so kann man durch eine leichte Interpolation den dazu gehörigen Werth von log A finden. Der Gebrauch der Tabellen wird durch folgendes Beispiel erläutert. Wird z. B. angenommen: $n = 280$, $m = 0{,}993$, $\mu = 25$, so ist

$\log A = 7,1265$

$2 \log 25 = 2,7959$ $\qquad n = 280$

$9,9224 \; . \; . \; . \; . \; 0,8362$

$\log B = 4,952$

$\log A + 4 \log 25 + \log B = 7,670 \; . \; . \; . \; . \; 0,0047$

Reductions - Factor = 280,8409

Logarithmen des Factors A

n	Werthe von m						
	0,9910	0,9915	0,9920	0,9925	0,9930	0,9935	0,9940
100	6,9486	6,9641	6,9800	6,9962	7,0127	7,0296	7,0468
150	6,9965	7,0161	7,0364	7,0572	7,0788	7,1010	7,1238
200	7,0145	7,0365	7,0594	7,0832	7,1071	7,1339	7,1608
210	7,0165	7,0388	7,0621	7,0864	7,1114	7,1381	7,1656
220	7,0181	7,0408	7,0644	7,0891	7,1148	7,1417	7,1699
230	7,0195	7,0424	7,0663	7,0913	7,1175	7,1449	7,1736
240	7,0206	7,0438	7,0680	7,0933	7,2199	7,1477	7,1769
250	7,0216	7,0449	7,0694	7,0950	7,1219	7,1501	7,1798
260	7,0224	7,0459	7,0705	7,0964	7,1236	7,1522	7,1823
270	7,0230	7,0467	7,0715	7,0976	7,1251	7,1541	7,1846
280	7,0236	7,0474	7,0724	7,0987	7,1265	7,1557	7,1866
290	7,0240	7,0480	7,0731	7,0996	7,1276	7,1571	7,1883
300	7,0244	7,0484	7,0737	7,1004	7,1286	7,1583	7,1899

Logarithmen des Factors B

n	Werthe von $m = 0,99$						
	10	15	20	25	30	35	40
100	5,011	5,017	5,024	5,031	5,039	5,048	5,057
150	4,973	4,977	4,982	4,987	4,994	5,000	5,010
200	4,956	4,959	4,961	4,965	4,969	4,974	4,981
220	4,953	4,954	4,956	4,960	4,963	4,968	4,973
240	4,950	4,952	4,954	4,956	4,959	4,962	4,967
260	4,949	4,951	4,951	4,953	4,955	4,958	4,962
280	4,947	4,948	4,949	4,950	4,952	4,955	4,958
300	4,946	4,947	4,948	4,949	4,950	4,952	4,955

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

II.

Ueber die Harzer Selenfossilien;

von

Hrn. Bergr. Zinken zu Mägdesprung in Anhalt Bernburg.

A. Geognostisches Vorkommen der Harzer Selenerze.

Am östlichen Theile des Harzes finden sich kuppenförmige Auflagerungen einer Varietät des Grünsteins, auf Thon- und Grauwackeschiefer, zumal gegen die Gränze dieser Formation mit dem ältesten Sandstein. Dieser Grünstein ist der Fundort vortrefflicher Rotheisensteine in Gängen, welche im Thonschiefer nur mit einem Bestege fortsetzen. Wo aber der Grünstein absetzt, da ist der Thonschiefer noch eine zeitlang roth gefärbt; es durchsetzen ihn die zertrümmerten Eisensteingänge noch auf kurze Erstreckung, und führen hier Bitter- und Kalkspath, Quarz und Gemenge von allen diesen. Solche Trümer sind der Hauptfundort der Selenfossilien.

Zuerst wurden sie vor 20 Jahren auf der Grube *Brummerjahn bei Zorge* gefördert und verkannt, da man damals das Selen noch nicht kannte.

Es findet sich im Hangenden der Felsengrube Brummerjahn *) ein Trum von Bitter- und Kalk-

*) Felsen heissen im dortigen Revier Rasenläufer von wenig Tiefe und Felderstreckung, aber bedeutender Mächtigkeit, *welche viel Gemenge* von Quarz und Rotheisenstein führen.

ſpath, nahe an der Gränze des Thonſchiefers, welcher hier das Liegende der Felſen gröſstentheils bildet und in der Tiefe dieſelben abſchneidet; dieſes Trum keilt ſich nach allen Seiten aus, und wurde ſehr bald abgebaut, als man es zur näheren Unterſuchung querſchlägig angefahren hatte. Daher iſt auch von den hier eingebrochenen Foſſilien wenig mehr vorhanden, und neuere Verſuche darauf ſind fehlgeſchlagen. Es iſt hier Selenblei, Selenkupferblei und Selenbleikupfer vorgekommen. Theils ziemlich rein, mit Kalk- und Bitterſpath in kleinen Trümmern von gefloſſenem Anſehen, theils aber, vorzüglich das Selenblei den Kalkſpath durchdringend, von ſchwarzer Farbe, und fein eingeſprengt erſcheinend. So am häufigſten. Neben den Trümern von Selenkupferblei und Selenbleikupfer findet ſich Malachit und Kupfergrün.

Das andere Vorkommen, in merkwürdiger Analogie mit vorſtehendem, jedoch durch gröſsere Mannigfaltigkeit der Selenfoſſilien unterſchieden, findet ſich in den Eiſenſteingruben zu *Tilkerode*. Zuerſt und öfters, jedoch verkannt, iſt es auf dem Hauptſchachte vorgekommen, allemal an der Gränze des kuppenförmig aufgelagerten Grünſteins, entweder in Bitterſpathſchnüren, oder im rothen Thonſchiefer ſelbſt, auch in verſchiedenartigem Gemenge von Kalk, Eiſenthon und dergl. Daher kömmt es auch, daſs das Vorkommen an ſo verſchiedenen Stellen der Grube beobachtet wird, wiewohl immer in wenig bedeutenden und bald wieder verſchwindenden Neſtern. Das *letzte* bedeutendere Vorkommen fand ſich im Jahre 1821.

Hier finden sich: das Selenblei; höchstwahrscheinlich Eukairit im Gemenge mit sehr selenhaltigen Kupferkies, Bitterspath und Selenblei, welches auf Silber zu Gute gemacht wurde, da das Gemenge 32 Mark hielt, und: Selenquecksilberblei, als die merkwürdigste Verbindung von Allen.

Der zweite Punkt, wo es in Tilkerode vorkommt, ist der Eskeborner Stollen, wo es im Herbst 1824 zuerst gefunden wurde. Im Allgemeinen ist das Vorkommen des Eskeborner Ganges dem vom Hauptschachte ziemlich gleich, nur waltet bei ersterm der dichte Rotheisenstein noch mehr vor als bei letzterm, welcher zuweilen faserigen und schuppigfaserigen Rotheisenstein führt. Der Eskeborner Stollen ist jetzt im Thonschiefer anstehend und fährt die Gränze des kuppenförmigen Grünsteins wieder an. Hier finden sich die Trümer von Bitterspath mit Selenfossilien wieder, welche sich jedoch durch das Mitbrechen von Fettquarz und das Vorkommen von gediegenem Gold auszeichnen, welches sich in Blättchen, mikroscopisch und sichtbar, dendritisch und krystallisirt, zwischen den Lamellen des Selenbleies, Quecksilberselenbleies, Kalkspathes und eines grünlich rothen Thonschiefers findet. Das Quecksilberselenblei ist hier nicht so höchst selten, wie auf dem Hauptschachte.

Ausserdem ist das verkannte Kobaltbleierz von Clausthal: Selenblei mit Kobalt, und auch dieses ist in einem Trume von Braunkalk im Thonschiefer eingebrochen, die Nähe des Grünsteins hat sich aber nicht nachweisen lassen. Da Hr. Hofrath Haus-

mann in den norddeutschen Beiträgen solches beschrieben, so wird hier nichts weiter davon erwähnt.

B. Mineralogischer Charakter und Verhalten der Selenfossilien vor dem Löthrohre.

I. Reine Varietäten.

1. *Selenblei* *), Charakter. Farbe frisches brennendes Bleigrau, wie beim Bleiglanz, ins Röthliche und Blaue; theils schmutzig und ocherartig; meist starker Metallglanz; Bruch: vom Blättrigen ins Dichte durch alle Grade des Körnigen; Blätterdurchgang

*) Die Analysen aller dieser Selenfossilien, verdanken wir meinem geehrten Freunde dem Herrn Professor H. Rose in Berlin, welcher sie auf meine Bitte zu übernehmen die Güte hatte. Im Sommer vorigen Jahres waren sie beendigt, nachdem schon lange vorher die allgemeine Qualität der Substanzen von mir bestimmt war, und nur Privathindernisse veranlassten, dass sie bis jetzt nicht dem Publiko vorgelegt sind. Diess als pflichtmässiges Geständniss, für den Fall, dass noch länger die so sehr gewünschte Bekanntmachung der Roseschen Analysen sich verzögern sollte, indem aus den Entdeckungen, welche wir den fleissigen Arbeiten dieses gründlichen Analytikers verdanken, kein Geheimniss gemacht, hiesiger Seits solches lange officiell bekannt, und deshalb sehr leicht der Fall möglich ist, dass die Resultate früher dem Publico bekannt würden, deren erste Auffindung Herrn Rose unbezweifelt gebührt, wie ich erforderlichen Falles zu beweisen gern erbötig bin, da ich mich im Besitze der Mittel dazu befinde. Viele meiner gelehrten Freunde werden auch gewiss gern bezeugen, wie lange schon ich ihnen unter Anführung des Analytikers die höchst merkwürdigen Resultate der Untersuchung der Selenfossilien mitgetheilt habe.

deutlich erkennbar; die Richtungen indessen nicht zu bestimmen; weich; derb und eingesprengt. Ausgebildete Krystallisation ist nicht beobachtet worden.

Gewicht. 6,8. *)

Chemisches Verhalten: Vor dem Löthrohre zerknistert es wie der Bleiglanz. Wenn man das Zerknistern in verschlossener Röhre geschehen läſst, und sodann die Probe in einer an beiden Seiten offenen Glasröhre stark glüht, so sublimirt sich in geringer Entfernung von der Probe schön cochenillrothes Selen, und federartig auch spiesig in weiſsen Krystallen: Selensäure, die das Lakmuspapier röthet und an der Luft zerflieſst. Die Probe umgiebt sich mit geschmolzenem gelben Bleioxyd. Auf Kohle verdampft es, schmilzt zu einer schwarzen Kugel und um die Probe beschlägt die Kohle weiſslich blau, entfernt aber gelb braun von Bleioxyd, wobei sehr stark der Selengeruch entwickelt wird. Mit Natron giebt es ein Bleikorn.

2) *Selenkupferblei*, Charakter: Farbe lichter als beim Selenblei; feinkörnig; Metallglanz geringer als bei jenem, leicht messinggelb, auch wie Buntkupfererz veilchenblau anlaufend, jedoch weniger wie die folgende Species. Bruch neigt sich zum Theil ins Muschlige sonst ins Ebene. Kleine Krystalle von Eisenglanz von stahlgrauer Farbe und 6seitigen Tafeln mit zugeschärften Randflächen krystallisirt, kommen zuweilen porphyrartig in ihm eingewachsen vor. Es findet

*) Obgleich die Wägungen der Selenfossilien oft wiederholt und sorgfältig angestellt wurden, so sind sie doch nicht ganz zuverlässig, da es nicht möglich war, die Erze ganz von den beibrechenden Fossilien zu trennen.

ſich nur derb, in ſchmalen Trümern in Kalk- und Bitterſpath mit Kupfergrün.

Strich dunkler als die friſche Bruchfläche, graues Pulver, nimmt Eindrücke vom Hammer an. Gewicht. 7,—

Vor dem Löthrohre höchſt leicht ſchmelzbar. Nach einiger Röſtung in der Röhre in einiger Entfernung von der Probe einen ſchwärzlichen Ring von Selen anlegend, welcher nach Auſsen lichter wird und bei durchfallendem Lichte blutroth erſcheint. Ganz auswärts ſchieſst Selenſäure an, wie bei der vorigen Species. Die Selenſäure zerflieſst ſehr bald zu Tropfen, die Probe ſelbſt iſt mit geſchmolzenen, gelblichen Bleioxyd umgeben, und erſcheint als ſchwarze Schlacke, welche ſtark auf Kupfer und Blei bei der Behandlung mit Phosphorſalz und Natrom reagirt.

3) *Selenbleikupfer*, Charakter. Dem vorigen ſehr ähnlich, unterſchieden durch dunklere Farbe, welche auch auf dem friſchen Bruche das Mittel zwiſchen Bleigrau und Veilchenblau hält, oder ganz veilchenblau iſt; ſehr milde, etwas geſchmeidig, nimmt Eindrücke vom Hammer an. Auf dem Striche glänzend. Wie das vorige in kleinen Trümmern in Kalkſpath.

Gewicht: 5,6.

Mit Kluftflächen, auf denen ſich faſeriger Malachit findet, zuweilen eingewachſene Kryſtalle wie bei No. 2, oft mit dem Kalkſpath innig verwachſen, dieſen veilchenblau färbend. Vor dem Löthrohre verhält ſie ſich wie die vorige Species, zeigt nur eine noch ſtärkere Reaktion auf Kupfer, und iſt noch leichtflüſſiger wie No. 2. Läſst man einen Tropfen

des glühenden Metalles auf Porzellan fallen, so bedeckt er dasselbe sofort mit dem rothen Selenbeschlage.

4) *Selenquecksilberblei.* Es kömmt vor:

a) *Blättrig.* Farbe frisch bleigrau ins Bläuliche und fast eisenschwarz. Starkglänzend von Metallglanz. Blätterdurchgang dreifach; die Blätterdurchgänge sich rechtwinklicht schneidend, häufig krummblättrig, grob- und feinblättrig ins Körnige, zum Theil moosförmig, letzteres dann von sehr dunkelbleigrauer, fast eisenschwarzer Farbe, auch wohl taubenhälsig angelaufen. Weich, der Strich wird matter, das Pulver schwarz.

b) *Dicht:* Farbe bleigrau, ins Stahlgraue dem Eisenschwarz sich nähernd. Bruch uneben, versteckt blättrig, bis ins Ebene. Starkglänzend das Unebene, das Ebene matt. Metallglanz. Zum Theil mit gediegenem Gold innig verwachsen.

Gewicht: 7,3.

Vor dem Löthrohre zerknistert es sehr stark. Bei höchst vorsichtigem Rösten beschlägt es die Kohle wie das Selenblei. In einer an einem Ende verschlossenen Röhre erhitzt, verdampft es und beschlägt die Röhre inwendig mit einem metallischen bläulichgrauen Beschlage, welcher ein graues Pulver giebt.

Röstet man das Fossil in einer offenen Röhre, so erfolgt derselbe Beschlag, welcher sich weiter treiben läfst, und darüber bildet sich selensaures Quecksilberoxyd, welches sich bei sehr starkem und langem Blasen in gelbe durchscheinende Tropfen schmelzen läfst. Zum Theil sind diese Tropfen wasserhell und bleiben es auch beim Erkalten. Es lassen sich durch

das Mikroskop in dem metallischen Beschlage im Kolben Krystalle erkennen, welche Dreiecke, Fünfecke, Sechsecke und geschobene Vierecke bilden, woraus man auf eine tetraëdrische Grundform schliessen sollte. Setzt man geschabten Stanniol dem in einen kleinen Kolben gelegten Fossile zu, und röstet es dann stark, so sublimirt sich metallisches Quecksilber, als ein grauer Beschlag, welcher sich in Tropfen zusammenschieben läßt. Mit Flüssen behandelt verhält es sich wie Selenblei.

5) *Selenkobaltblei.* (Sonst Kobaltbleiglanz.) (Vgl. Hausmanns Norddeutsche Beiträge 3tes Stück p. 121). Farbe frisch bleigrau ins Blaue, feinkörnig, dreifacher Blätterdurchgang, moosartig zusammen gewachsen. Metallglanz: nicht sonderlich stark. Strich metallisch glänzend, Pulver grau.

In Braunkalk mit Schwefelkies eingewachsen und eingesprengt, an einem mir vorgekommenen Stückchen scheint Speiskobalt (?) eingesprengt zu seyn. Gewicht war nicht zu bestimmen, da sich das Fossil nicht vom Braunkalke gehörig trennen liess.

Vor dem Löthrohre verhält es sich in offener Röhre geröstet genau wie No. 1. nur zerspringt es nicht. Mit Borax und andern Flüssen verhält es sich wie andere kobalthaltige Stoffe und giebt mit ersterm blaues Glas.

2. Gemenge.

Es brach auf dem Tilkeröder Hauptschachte im Jahre 1821 ein Gemenge, welches sich folgender Gestalt verhielt.

Die Grundmasse war weisser Bitterspath. Die Lamellen dieses Spathes waren aber auf das innigste mit einem Kupferkiese durchdrungen, welcher durch seine Neigung tombakbraun anzulaufen, durch sein geflossenes Ansehen sich auszeichnete. Noch fand sich darin ein bleigraues Selenfossil, welches zum Theil Selenblei seyn mag. Dieses Gemenge, worin die metallischen Fossilien kaum $\frac{1}{3}$ ausmachen, gab dennoch einen Silbergehalt von 32 Mark im Centner. Der Kupferkies für sich hielt nur 4 Mark, es musste also der Silbergehalt in dem andern Selenfossil gesucht werden.

Dessen Verhalten ist nun folgendes:

In offener Röhre geröstet entwickelt das Gemenge sofort eine bedeutende Quantität Selen, welches sich an den heissen Punkten als bläulicher, an den kältern als rubin und braunrother Beschlag sublimirt. Wird heftig darauf geblasen, so entwickelt sich Bleioxyd, welches zum Theil grünlich, zum Theil blau opalisirend sich um die Probe anlegt. Wird das Erz frisch in die Kohlen gebracht, so saigert sich das Metall leicht aus dem Bitterspath, brennt eine zeitlang mit sehr schöner blauer Flamme und schmilzt in eine schwarze Kugel zusammen. Borax zugesetzt färbt sich röthlich gelb, blass durchscheinend, dann braun emailartig, und es scheidet sich ein Metallkorn aus, welches sich als ein kupferhaltiges Silberkorn auf der Beinasche verhält, dessen Silbergehalt sehr ansehnlich ist. Mit Phosphorsalz geschmolzen reagirt es sehr stark auf Kupfer, und auch hier scheidet sich ein Metallkorn aus. Mit einiger Zuverlässigkeit lässt sich hieraus auf Silber, Kupfer, Selen und Blei schliessen,

und der ſtarke Silbergehalt macht es mir wahrſcheinlich, daſs das Gemenge aus Eukairit, Selenblei, Selenkupferkies und Bitterſpath beſtehe, welches eine genauere Analyſe darlegen wird.

Der ſelenhaltige oben erwähnte Kupferkies enthält gleichfalls eine ziemlich bedeutende Menge Selen, welche ſich ohne Schwierigkeit vor dem Löthrohre zu erkennen giebt. In welchen Verbindungen ſolches vorhanden iſt, — muſs demnächſt eine quantitative Prüfung beſtimmen.

Alle obige Selenfoſſilien haben den eigenthümlichen Geruch des Selens, welchen ich weder Oel- noch Rettiggeruch nennen möchte, gemein. Sie haben ferner das Ausſtoſsen carminrother Dämpfe gemein. Das Queckſilberſelen riecht beſonders übel, faſt wie verbrannte Hornſpähne, Rettig und Oel zuſammen.

Kaſten, worin Selenfoſſilien aufbewahrt oder in Menge verſchickt werden, nehmen ſogar dieſen Geruch an.

Freunde dieſer merkwürdigen Foſſilien werden ſolche zum Theil durch die Herzogl. Anhalt. Bergwerkscommiſſion zu Harzgerode mit höchſter Bewilligung erhalten können.

Mägdeſprung, am 8. April 1825.

III.

Analyse der selenhaltigen Fossilien des östlichen Harzes;

von

HEINRICH ROSE.

Da die von mir untersuchten Selenfossilien Blei enthalten, so löste ich sie zur Analyse nicht in Salpetersäure oder Königswasser auf. Denn ich hätte dann das Bleioxyd durch Schwefelsäure fällen müssen*); indessen um die ganze Menge des schwefelsauren Bleioxyds zu erhalten, muss die Flüssigkeit bis zur Trokkenheit verdampft, und die trockne Masse so lange erhitzt werden, bis alle freie Säuren, auch die Selensäure und die überschüssig zugesetzte Schwefelsäure vollständig entfernt worden sind. Bei einer solchen Analyse hätte daher die Quantität des Seleniums nicht bestimmt werden können. Wenn man hingegen das Selenium aus der sauren Auflösung durch schweflige Säure fällt, so erhält man nicht die richtige Menge des Seleniums, weil immer zu gleicher Zeit etwas selensaures Bleioxyd mit demselben niederfällt, und auch schwefelsaures Bleioxyd und Chlorblei. Man kann zwar aus der mit Wasser verdünnten Auflösung der Selenfossilien in Säuren, durch Schwefelwasserstoffgas das Selenium, das Blei und die meisten andern Metalle fällen, und das Schwefelselenium von den andern Schwefelmetallen durch Digestion mit ei-

*) Fällt man aus der salpetersauren Auflösung des Selenbleis das Bleioxyd durch kohlensaures Ammoniak, so enthält, selbst bei einem großen Ueberschuss desselben, der Niederschlag noch Selensäure.

nem Ueberschuss von Hydrothionammoniak, in welchem letztere unlöslich sind, trennen; ich zog es indessen vor, trocknes Chlorgas über die zu untersuchende Selenverbindung streichen zu lassen, um alle Metalle in Chlormetalle zu verwandeln, und das flüchtige Chlorselen von den nicht flüchtigen Chlormetallen zu trennen.

Der Apparat, dessen ich mich zu den Analysen bediente, war im Wesentlichen der, den Berzelius bei der Untersuchung des Nickelglanzes benutzt hat. An eine kleine längliche Kugel von schwer schmelzbarem Glase wurden zu beiden Seiten 2 Röhren gelöthet, die eine von einem kleinen Durchmesser und von einer Länge von 4 Zoll, die andere von sehr weitem Durchmesser und von 10 bis 12 Zoll Länge. Diese wurde in der Mitte rechtwinklich gebogen, und der ganze Apparat dann gewogen. In die Kugel brachte ich nun das zu untersuchende gepulverte Selenfossil, und wog den Apparat wieder. Die kleinere Röhre wurde nun mit einem Apparate verbunden, aus welchem Chlor sich sehr langsam entwickelte, das durch Chlorcalcium geleitet wurde. Die längere rechtwinklich gebogene Röhre wurde in eine Flasche geleitet, die bis zum 3ten Theile mit Wasser gefüllt worden war. Die Röhre ging durch einen Kork, der die Flasche nicht ganz luftdicht verschloss, und das Ende derselben war einige Linien unter der Oberfläche des Wassers.

Nachdem der ganze Apparat mit Chlor angefüllt worden war, wurde die Kugel sehr schwach aber gleichförmig durch die kleinste Flamme, die man auf einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge hervor-

bringen kann, erwärmt. Das gebildete Chlorselen fängt sogleich an, sich zu verflüchtigen. Im Anfange bildet sich Chlorselen im Minimum von Chlor, das als eine pommeranzengelbe ölige Flüssigkeit durch die Röhre in das Wasser der Flasche fliest und in diesem Selenium absetzt, das sich zwar gröstentheils wieder nachher in der Flüssigkeit durch das hindurchströmende Chlor auflöst, von welchem aber immer ein kleiner Theil als Kügelchen auf dem Boden der Flasche bleibt. Nachher indessen bildet sich fast nur Chlorselen im Maximum von Chlor, das grosse Aehnlichkeit mit dem Chlorphosphor im Maximum von Chlor hat, und das sich in der Röhre condensirt, und sie verstopfen würde, wenn sie nicht sehr weit ist. Es ist deshalb nothwendig recht oft das gebildete Chlorselen durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe bis ins Wasser der Flasche zu treiben, was schwierig ist, wenn die gebildete Quantität grofs ist. Mir ist im Anfange manchmal dadurch eine Analyse verunglückt, dafs das Chlorselen in der Röhre nicht weit von der Oberfläche des Wassers sich so angehäuft hatte, dafs es dem Chlorgase den Durchgang versperrte. — Es ist durchaus nothwendig, dafs das Chlorgas sehr langsam entwickelt werde, denn folgen sich die Blasen des Gases schnell, so hat das Chlorselen, das sie enthalten, nicht Zeit sich im Wasser zu zersetzen, und es würde zum Theil unzersetzt als Rauch durch die kleine Oeffnung des Korkes dringen.

Ich liefs gewöhnlich das Chlorgas über das erwärmte Selenfossil einen halben Tag lang streichen; es waren dann alle Metalle des Fossils vollständig in Chlormetalle verwandelt. Nur einige Mal blieben beim Aus-

lösen der nicht flüchtigen Chlormetalle Spuren von unzersetztem Fossile zurück, die leicht gewogen, und von der angewandten Menge abgezogen werden konnten. Die Operation war beendet, wenn, nachdem ich durch eine kleine Spirituslampe das Chlorselen so weit wie möglich von der Kugel entfernt hatte, sich kein neues Chlorselen mehr bildete. Dann liess ich die Kugel vorsichtig allmählig erkalten, damit das Glas derselben nicht durch das zu schnelle Erkalten des geschmolzenen Chlorbleies zerspringe. Nach dem Erkalten schnitt ich das Ende der weitern Röhre, in welchem noch Chlorselen war, mit einer Feile ab, liess es in die Flüssigkeit der Flasche fallen, reinigte es, und wog dann die Kugel mit den nicht flüchtigen Chlormetallen mit der gereinigten Röhre, um das Gewicht jener zu finden.

Enthielt das Fossil Eisen, so fand sich ein Theil des Chloreisens in der Röhre, ein anderer bei den nicht flüchtigen Chlormetallen.

Es ist bei diesen Analysen durchaus nothwendig, nur so viel Hitze zu geben, als hinlänglich ist, um das Chlorselen zu verflüchtigen, und keine stärkere, weil dann auch das Chlorblei anfängt, sich etwas zu verflüchtigen.

Aus der Flüssigkeit in der Flasche, die als Vorlage diente, wurde das Selenium, nachdem Salzsäure hinzugesetzt wurde, durch schwefligsaures Ammoniak gefällt. Das Selenium wurde auf einem gewogenen Filtrum gesammelt, getrocknet und gewogen. So leicht es ist, aus einer Auflösung von Selensäure das Selenium durch schweflige Säure vollständig zu *fällen*, so schwierig ist es, wenn diess aus der Auflö-

ſung des Chlorſelens in Waſſer, durch welches lange Chlorgas geſtrömt hat, geſchehen ſoll. Bekanntlich färbt ſich eine Auflöſung von Selenſäure durch Zuſatz von ſchwefliger Säure nach einigen Augenblicken zinnoberroth, aber in dieſer Flüſſigkeit erhielt ich, gleich nach Beendigung der Operation weder durch ſchweflige Säure, noch durch Schwefelwaſſerſtoffgas einen Niederſchlag, wenn auch von beiden ein groſser Ueberſchuſs hinzugefügt worden, daſs alles überflüſſige Chlor vollſtändig fortgeſchafft worden war *). Durch langes Digeriren mit ſchwefliger Säure kann man jedoch alles Selenium gewinnen, wenn man mit gehöriger Vorſicht arbeitet. Ich verfuhr gewöhnlich ſo, daſs ich zu der Flüſſigkeit Salzſäure hinzuſetzte, und dann ſchwefligſaures Ammoniak, die Flaſche darauf verkorkte, jedoch nicht ſehr feſt, und ſie 24 Stunden ſtehen lieſs. Ich kochte ſie dann, und filtrirte das ausgeſchiedene Selenium. Die abfiltrirte Flüſſigkeit behandelte ich auf gleiche Weiſe; ich erhielt wieder einen Theil Selenium, das ich auf das Filtrum des ſchon früher erhaltenen brachte, und ſo verfuhr ich ſo oft, bis die vom zuletzt abgeſchiedenen Selenium abfiltrirte ſaure Flüſſigkeit durch langes Digeriren und Kochen mit ſchwefligſaurem Ammoniak kein Selenium mehr fallen lieſs. Es iſt nothwendig, ſehr vorſichtig beim Fällen des Seleniums zu ſeyn, um die ganze Menge deſſelben zu erhalten; ich erhielt

*) Läſst ſich aus der Flüſſigkeit das Selenium ſogleich durch ſchweflige Säure fällen, ſo verliert jene dieſe Eigenſchaft, wenn durch eine andere Quantität derſelben ein neuer Strom von Chlorgas geleitet wird. — Ich werde in einer andern Abhandlung dieſe Erſcheinung zu erklären ſuchen.

im Anfange bei meinen Analysen dadurch einen großen Verlust an Selenium, dass ich nach mehrmaligem Kochen der sauren Auflösung mit schwefligsauren Ammoniak schon die ganze Menge des Selens gefällt glaubte.

Aus der vom Selenium abfiltrirten Flüssigkeit fällte ich nun das Eisen, und andere Metalle, deren Chlorverbindungen flüchtig sind, wenn sie vorhanden waren.

Ich habe von den mir durch Herrn Zinken überschickten Fossilien nur 5 Arten untersucht, weil nur so viele sich zu einer quantitativen Analyse eigneten; die 6te Art, die aus Selen, Kupfer, Blei und Silber besteht, konnte nicht genau mechanisch vom Kupferkies getrennt werden, mit dem sie, so wie mit Bitterspath innig gemengt ist.

I. *Selenblei.* Unter den mir überschickten Mineralien fand sich diess am häufigsten. Es ist im Aeussern dem Bleiglanze so ähnlich, dass es sich schwer von ihm unterscheiden läſst. Die Stücke, die mir zur Analyse dienten, waren frisch bleigrau, stark und metallisch glänzend, das Selenblei war in ihnen derb und eingesprengt, in Bitterspath eingewachsen, von dem man es indessen leicht zur Analyse durch Digestion mit verdünnter Salzsäure trennen kann. Sie waren im Bruch mehr oder weniger feinkörnig, seltener etwas grobkörnig, und dann deutlich blättrig; die Richtungen der Blätterdurchgänge aber nicht zu bestimmen; sie waren milde und weich.

Da das durch Salzsäure gereinigte Fossil vor dem Löthrohre nur Blei und Selen zeigte, und in einer *kleinen* an einem Ende zugeschmolzenen Röhre selbst

bei ſtarker Hitze kein Sublimat gab und dabei unſchmelzbar blieb, ſo war eigentlich eine quantitative Analyſe überflüſſig. Ich analyſirte jedoch eine ſehr reine Stufe, in der ich durchs Löthrohr keine Spuren von Eiſen und Kupfer entdecken konnte. Ich erhielt aus 3,221 Gr. des gereinigten Foſſils durch Behandlung mit Chlorgas 3,104 Gr. Chlorblei, die 2,313 Gr. Blei oder 71,81 Procent entſprechen. Das Chlorblei löſte ſich vollſtändig in Waſſer auf, ohne Chlorſilber oder unzerſetztes Foſſil als Rückſtand zu laſſen. Ich erhielt ferner aus 3,327 Gr. des Foſſils 0,918 Gr. Selenium oder 27,59 Procent. Dieſe Reſultate kommen der berechneten Zuſammenſetzung des Selenbleies (72,3 Blei und 27,7 Selen) ſehr nahe.

Um indeſſen zu unterſuchen, ob das Selenblei nicht eine Spur Schwefel enthielt, was durch das Löthrohr nicht zu entdecken iſt, wurde eine Quantität deſſelben mit Chlor behandelt, und das Sublimat wie bei den quantitativen Analyſen in Waſſer geleitet. Zur Flüſſigkeit, nachdem ſie mit vieler Salzſäure verſetzt worden war, wurde eine Auflöſung von ſalzſaurem Baryt getröpfelt. Es ſetzte ſich indeſſen nicht eine Spur von ſchwefelſaurem Baryt ab, nachdem zur Flüſſigkeit hinlänglich Waſſer hinzugefügt worden, um eine Fällung von ſalzſaurem Baryt zu verhindern. Dieſer Verſuch wurde an mehreren andern Stufen des Selenbleies mit demſelben Erfolge wiederholt.

Oft enthält das Selenblei Eiſen, und bei der Analyſe eines Selenbleies, das ich indeſſen nicht durch Salzſäure gereinigt, ſondern mit dem eingemengten Bitterſpathe analyſirt hatte, erhielt ich 0,27 Procent

Kupfer, das man in diesem Stücke auch deutlich durchs Löthrohr entdecken konnte.

II. *Selenblei mit Selenkobalt.* Von diesem Fossile sandte mir Hr. Zinken vor 1½ Jahren nur ein kleines Stück und schrieb dabei, daſs es ihm mit dem sogenannten Kobaltbleierz von Clausthal gleich zusammengesetzt schien. Im Aeuſsern ist es dem Selenblei vollkommen ähnlich, kommt auch wie dieses in Bitterspath eingewachsen vor, von dem es sich durch verdünnte Salzsäure befreien lieſs, ohne dadurch zersetzt zu werden. Es unterschied sich aber in diesem gereinigten Zustande von dem Selenblei besonders dadurch, daſs es in einer an einem Ende zugeblasenen Röhre ein Sublimat gab, das sich wie reines Selenium verhielt, und daſs es vor dem Löthrohre mit Flüssen auf Kohle behandelt, die Reaction des Kobalts zeigte.

1,782 Gr. davon wurden mit Chlor auf die oben angeführte Weise behandelt. Ich erhielt aus dem Destillate 0,560 Gr. Selenium und nach Abscheidung desselben noch 0,011 Gr. Eisenoxyd durch Ammoniak, die 0,008 Gr. Eisen entsprechen. Die nicht flüchtigen Chlormetalle wurden mit Wasser behandelt, worin sie sich ohne Chorsilber zu hinterlassen auflösten. Die Flüssigkeit wurde, nachdem Schwefelsäure hinzugesetzt worden, zur Trockenheit abgedampft und die trockene Masse erhitzt, um die überschüssig hinzugesetzte Schwefelsäure zu verjagen. Nachdem sie mit Wasser übergossen, blieben 1,668 Gr. schwefelsaures Bleioxyd, die 1,131 Gr. Blei enthalten, zurück. Aus der Flüssigkeit wurde das Kobaltoxyd mit kaustischem Kali heiſs niedergeschlagen. Ich erhielt 0,060 Gr.; es hatte indessen das kaustische Kali

nicht alles Kobaltoxyd niedergeschlagen, denn ich erhielt aus der abfiltrirten Flüssigkeit durch Hydrothionammoniak noch Schwefelkobalt. Da die Menge desselben gering war, so glühte ich es sehr stark beim Zutritt der Luft, und nahm das Geglühte, 0,012 Gr. für Kobaltoxyd *), so dass die ganze Menge desselben 0,072 Gr. war, die 0,056 Gr. Kobalt entsprechen. Das Oxyd enthielt noch sehr geringe Spuren von Blei und Eisen, die ich indessen nicht trennte. — Das Resultat der Analyse war also:

Blei	1,139
Kobalt	0,056
Selen	0,560
Eisen	0,008
Verlust	0,019
	1,782

oder in Procenten:

Blei	63,92
Kobalt	3,14
Selen	31,42
Eisen	0,45
Verlust	1,07
	100,00

63,92 Blei nehmen 24,47 Selen auf, um Selenblei mit 2 Atomen Selen zu bilden. Das Kobalt kann indessen mit dem Selen nicht als $CoSe^2$ verbunden seyn,

*) Sehr kleine Quantitäten von vielen Schwefelmetallen, die auf nassem Wege bereitet worden, verwandeln sich auf diese Weise in Oxyde, die keine Schwefelsäure enthalten; ist indessen die Quantität derselben groß, so enthält das Geglühte eine beträchtliche Menge Schwefelsäure.

T

weil dann die Analyse zu viel Selen gegeben haben würde, da in diesem Falle 3,14 Kobalt nur 4,22 Selen aufnehmen. Da indessen das Fossil beim Erhitzen in einem Kolben ein Sublimat von Selen giebt, so ist es sehr wahrscheinlich, daſs das Kobalt in diesem Fossile als $CoSe^4$ enthalten ist, eine Verbindung, die dem Schwefelkiese analog wäre, der auf 1 Atom Eisen 4 Atome Schwefel enthält. Dann würden 3,14 Kobalt 8,44 Selen aufnehmen, oder etwas mehr als ⅟ von der Menge, die das Blei enthält. Da indessen das Kobalt noch Spuren von Blei und Eisen enthielt, so kann man wohl mit Sicherheit annehmen, daſs die Zusammensetzung des Fossils durch die Formel $CoSe^4 + 6PbSe^2$ ausgedrückt werden kann *).

Man könnte dieses Fossil, das eine Verbindung nach einem bestimmten Verhältnisse zu seyn scheint, *Selenkobaltblei* nennen.

III. *Selenblei mit Selenkupfer.* Unter den mir angeschickten Selenfossilien erhielt ich 2 Stufen, die im äuſsern Ansehen sich vollkommen gleich waren. Beide waren von bleigrauer Farbe, derb und sehr feinkörnig im Bruche, bildeten aber sehr gleichförmige Massen, so daſs sie sich wohl zu einer quantitativen Analyse eigneten. Sie waren zwar mit Kalkspath oder Bitterspath umwachsen, aber nicht damit gemengt, wie es gewöhnlich das Selenblei ist. Beide Fossilien unterschieden sich indessen sehr durch ihre verschiedene Schmelzbarkeit. Sie schmolzen zwar sehr leicht, sowohl in einem kleinen Kolben, als auch auf Kohle,

*) Wegen der zu geringen Menge des Fossils habe ich die Analyse desselben nicht wie die der andern wiederholen können.

jedoch das eine schwerer als das andere, das so leichtflüssig wie Grauspiessglanzerz war und schon durch die Hitze einer kleinen Spirituslampe schmolz. — Vor dem Löthrohre verhielten sie sich fast gleich.

Ich werde hier zuerst von dem schwerer schmelzbaren Fossile reden. Die Analyse geschah durch Chlor, wie die der andern Selenfossilien. 2,710 Gr. gaben 0,812 Gr. Selenium. Aus der vom Selenium abfiltrirten Flüssigkeit schlug kaustisches Ammoniak 0,018 Gr. Eisenoxyd nieder, die 0,012 Gr. Eisen entsprechen. Vor dem Löthrohre zeigte dieses Eisenoxyd noch Spuren von Blei, das durch etwas zu starke Hitze als Chlorblei überdestillirt und als basisch salzsaures Bleioxyd niedergefallen war. Die vom Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit gab noch mit Hydrothionammoniak einen geringen Niederschlag, der beim Zutritt der Luft geglüht 0,0015 Gr. wog und Bleioxyd war.

Die nicht flüchtigen Chlormetalle lösten sich ohne Chlorsilber zu hinterlassen bis auf einen Rückstand von 0,027 Gr. unzersetzten Minerals in Wasser auf. Nachdem zu der Auflösung Schwefelsäure gesetzt worden war, wurde sie bis zur Trockenheit abgedampft, worauf die trockne Masse bis zur Verjagung der überschüssigen Schwefelsäure erhitzt, und dann mit Wasser übergossen wurde. Ich erhielt 2,378 Gr. schwefelsaures Bleioxyd, das indessen etwas röthlich war und vor dem Löthrohre schwache Eisenreactionen zeigte. Ich digerirte deshalb 1,937 Gr. davon mit concentrirter Salzsäure, filtrirte die Auflösung, und nachdem ich sie mit Wasser verdünnt hatte, entfernte ich das aufgelöste Blei durch Schwefelwasserstoffgas. Die vom Schwefel-

blei abfiltrirte Flüssigkeit gab, nachdem sie erhitzt und mit Salpetersäure versetzt worden war, mit Ammoniak einen Niederschlag von 0,005 Gr. Eisenoxyd. Diess macht auf 2,373 Gr. schwefelsaures Bleioxyd 0,006 Eisenoxyd, und die eigentliche Menge von jenem ist daher nur 2,367 Gr.

Zu der Flüssigkeit, die vom schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirt worden war, wurde kaustisches Ammoniak gesetzt, und dadurch ein Niederschlag von 0,0185 Gr. erhalten, der kupferoxydhaltiges Eisenoxyd war. Er wurde in Salzsäure aufgelöst, und das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen. Die geringe Menge des erhaltenen Schwefelkupfers wurde geglüht und als Kupferoxyd berechnet. Es wog 0,0115 Gr. Die Menge des Eisenoxyds ist daher nur 0,007 Gr.

Aus der vom Eisenoxyd abfiltrirten Flüssigkeit wurde das Kupferoxyd heiss durch kaustisches Kali niedergeschlagen. Ich erhielt 0,252 Gr. Kupferoxyd. Die abfiltrirte Flüssigkeit gab mit Hydrothionammoniak noch einen geringen Niederschlag, der geglüht 0,004 Gr. wog und Kupferoxyd war.

Das Resultat der Analyse war also:

Selenium . . .	0,812	
Eisen (mit Spuren von Blei)	0,012	
Blei	1,617	aus 2,367 Gr. schwefels. Bleioxyd - 0,0015 Gr. Oxyd
Eisen . . .	0,009	aus 0,006 Gr. Eisenoxyd - 0,007 - -
Kupfer . . .	0,213	aus 0,0115 Gr. Kupferoxyd - 0,252 - - - 0,004 - -
Unzersetztes Fossil .	0,027	
Verlust . . .	0,020	
	2,710	

oder in Procenten:

Selenium	29,96
Eisen mit Blei	0,44
Blei	59,67
Eisen	0,33
Kupfer	7,86
Unzersetztes Fossil	1,00
Verlust	0,74
	100,00 *)

59,67 Blei nehmen 22,86 Selen auf um Selenblei zu bilden. Nimmt man an, daſs das Kupfer im Fossile mit einem Atome Selen verbunden sey, so würden 7,86 Kupfer 4,93 Selen aufnehmen; dann würde indessen viel Selenium überschüssig vorhanden seyn. Nimmt man an, daſs das Kupfer mit 2 Atomen Selenium verbunden sey, wie in dem Selenkupfer, das entsteht, wenn Selenwasserstoffgas durch Kupferoxydauflösungen geleitet wird, so würde es 9,86 Selen aufnehmen, und dann hätte die Analyse zu wenig Selen gegeben. Wahrscheinlich ist das Kupfer, theils als *Cu Se*, theils als $Cu\,Se^2$ in diesem Fossile enthalten, und beide Verbindungen scheinen in einem sehr einfachen Verhältnisse gegen einander zu stehen; doch da das Fossil nicht krystallinisch ist, so will ich keine weitere Vermuthung über die eigentliche Zusammensetzung wagen **).

*) Wurde dieses Fossil in Salpetersäure aufgelöst, so gab die Auflösung keinen Niederschlag mit salzsaurem Baryt, ein Beweis, daſs kein Silber und kein Schwefel im Fossile enthalten ist.

**) Bei einer Widerholung der Analyse erhielt ich 57,13 Blei ge-

Ich habe mich überzeugt, daſs wenigſtens ein Theil des Kupfers im Foſſile mit zwei Atomen Selen verbunden ſeyn kann, obgleich das Foſſil durch Erhitzung in einem kleinen Kolben kein Selenium verliert, wie man vermuthen ſollte, wenn es *Cu Se*² enthält. — Ich ſchmolz Selenblei mit Selenkupfer zuſammen, das ich durch Erhitzung von Kupferſpähnen und Selenium erhalten hatte, und das ſo ſtark geglüht worden war, daſs es kein überflüſſiges Selenium enthalten konnte. Ich erhielt dadurch ein ziemlich leichtflüſſiges Gemiſch der beiden Selenmetalle, das leichter ſchmolz als Selenkupfer allein. Zu dieſem konnte ich eine ziemlich bedeutende Menge von freiem Selenium bei gehöriger Vorſicht hinzuſetzen, ohne daſs es durch Erhitzung davon getrennt werden konnte. Die Miſchung wurde dadurch nur weit leichtflüſſiger, und das um ſo mehr, je mehr *Cu Se*² ſich bildete *).

IV. *Selenblei mit Selenkupfer in einem andern Verhältniſſe.*

Das leichter ſchmelzbare von jenen beiden Foſſilien giebt ebenfalls kein Sublimat bei Erhitzung in einem Kolben, wenn es rein iſt; ein groſser Theil des Foſſils hatte aber eine violette Farbe, und dieſer gab

gen 9,55 Kupfer, welches indeſſen noch Eiſen enthielt, das nicht von ihm getrennt wurde.

*) Aehnliche Erſcheinungen finden bei manchen Schwefelmetallen Statt. So würde z. B. eine Verbindung von einem Atome Kobalt mit 4 Atomen Schwefel, Schwefel verlieren, wenn man ſie allein in einem Kolben erhitzt; ſie zeigt indeſſen dieſe Eigenſchaft nicht, wenn ſie wie im Glanzkobalt mit Arſenikkobalt verbunden iſt.

durch Erhitzung ein schwarzes Sublimat, das wie Selenium aussah, indessen mit Soda in einem Kolben erhitzt Quecksilberkugeln gab und Selenquecksilber war. Die Menge des Selenquecksilbers, das in diesen violetten Stücken enthalten ist, ist gröfser, wenn die Farbe desselben dunkler violett, und geringer, wenn sie lichter ist. Wegen dieser ungleichen Menge des Selenquecksilbers in den violetten Stücken, habe ich sie nicht quantitativ untersucht. Zur Analyse wurden daher sorgfältig Stücke gewählt, die nichts von der violetten Substanz enthielten.

1,010 Gr. mit Chlorgas behandelt gaben 0,346 Gr. Selenium. Die vom Selen abfiltrirte Flüssigkeit mit kaustischem Ammoniak übersättigt und mit Hydrothionammoniak behandelt, gab einen Niederschlag der geglüht 0,021 Gr. wog und aus Eisen und Bleioxyd bestand.

Die nicht flüchtigen Chlormetalle lösten sich im Wasser bis auf 0,018 Gr. Chlorsilber auf, die 0,013 Gr. Silber entsprechen. Die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde ganz so behandelt, wie die Auflösung der nicht flüchtigen Chlormetalle bei der Analyse des vorhergehenden Minerals. Ich erhielt 0,7015 Gr. schwefelsaures Bleioxyd und 0,195 Gr. Kupferoxyd.

Das Resultat der Analyse war daher:

Selenium . .	0,346
Kupfer . .	0,156
Blei . .	0,479
Silber . .	0,013
Blei- und Eisenoxyd	0,021
	1,015

oder in Procenten:

Selenium	34,26
Kupfer	15,45
Blei	47,43
Silber	1,29
Eisen- und Bleioxyd	2,08
	100,51

Der Ueberschufs rührt davon her, dafs ich den Sauerstoffgehalt von 2,08 Procent Blei und Eisenoxyd nicht abgezogen habe *).

47,43 Blei nehmen 18,13 Selen auf, um Selenblei zu bilden, und 15,45 Kupfer 9,69 Selen um *CuSe* und 19,38 Selen um $CuSe^2$ zu bilden. Was ich von der wahrscheinlichen Zusammensetzung der vorhergehenden Verbindung gesagt habe, gilt auch von diesem Fossil; es scheint sogar, als wenn dasselbe Verhältnifs zwischen den beiden Verbindungen des Kupfers (*CuSe* und $CuSe^2$) Statt finde.

Ich schlage vor, diese beiden Mineralien, die vielleicht nicht nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sind, durch die Namen *Selenkupferblei* und *Selenbleikupfer* zu unterscheiden. Die schwerer schmelzbare Verbindung, die weniger Kupfer enthält als die leichter schmelzbare, würde mit ersterem Namen, die mehr kupferhaltige mit letzterem Namen bezeichnet werden.

*) Bei einer Wiederholung der Analyse erhielt ich 14,23 Procent Kupfer, 1,09 Silber und 50,27 Blei. Der Unterschied zwischen den beiden Analysen ist weit gröfser, als er bei 2 Analysen eines krystallinischen Fossils Statt finden mufs.

V. *Selenblei mit Selenquecksilber.* Die Analysen dieses Fossils haben mir mehr Mühe gemacht, als die der übrigen Selenfossilien, weil das Selenquecksilber sehr ungleich mit dem Selenblei verbunden, und ein und dieselbe Stufe dieses Fossils an den verschiedenen Stellen so ungleich zusammengesetzt ist, dass ich sehr verschiedene Resultate erhielt wenn ich zwei Analysen von einer und derselben Stufe unternahm. Im Aeussern lässt sich ein Selenblei, das gar kein Selenquecksilber, von solchen, die wenig oder viel davon enthalten, gar nicht unterscheiden, denn letztere gleichen dem reinen Selenblei in der Farbe; sie finden sich auch nur derb und eingesprengt in Bitterspath. In manchen Stücken ist es feinkörnig im Bruche, in andern grobkörnig, und dann lassen sich aus der Stufe Theile herausbrechen, die einen sehr deutlichen dreifachen Blätterdurchgang nach den Flächen des Würfels haben. Ich habe bei vielen solchen Stufen dieses Fossils die Bemerkung gemacht, dass immer das Selenblei, welches am entferntesten vom Bitterspathe war, mit dem meisten Selenquecksilber verbunden ist; und dass das, was unmittelbar an ihn gränzte, ganz davon rein war. Wenn das Fossil deutlich blättrig ist, so finden sich die blättrigen Stellen nur in jenem; dieses (an den Bitterspath gränzende) ist immer nur feinkörnig. — Es ist sehr leicht sich davon zu überzeugen, ob ein Selenblei reich an Selenquecksilber ist oder nicht. Reines Selenblei giebt in einem kleinen Kolben erhitzt kein Sublimat und schmilzt nicht. Enthält es aber Selenquecksilber, so sublimirt sich diess als ein schwarzes, sehr krystallinisches Sublimat, und dieses ist um so bedeutender, je mehr Selenquecksilber

mit dem Selenblei verbunden ist. Ist die Menge des ersteren groſs, ſo kocht das Foſſil im Anfange ſtark, während ſich das Selenqueckſilber ſublimirt, und es bleibt endlich unſchmelzbares Selenblei zurück. Gewöhnlich bildet ſich durch die Luft des Kolbens etwas ſelenſaures Queckſilberoxyd, das etwas flüchtiger als das Selenqueckſilber iſt; und man kann dieſes gänzlich in jenes verwandeln, wenn man das Foſſil in einer an beiden Enden offenen Röhre erhitzt. Das ſelenſaure Queckſilberoxyd ſchmilzt zu gelblichen Tropfen, und ähnelt dadurch in ſeinem Verhalten etwas dem Oxyde des Tellurs, deſſen Gegenwart ich deshalb in dieſen Foſſilien vermuthete, ehe ich mich überzeugte, daſs ſie Queckſilber enthielten. Man erkennt indeſſen die Gegenwart des Queckſilbers in dieſem Mineral ſogleich, wenn man es in einem kleinen Kolben mit trockner Soda ſchmilzt, in welchem Fall ſich ſogleich reguliniſches Queckſilber ſublimirt.

Erhitzt man ſelenqueckſilberhaltiges Selenblei in einem Kolben allein, ſo ſublimirt ſich auſser dem Selenqueckſilber zuweilen auch eine mehr oder minder bedeutende Quantität von metalliſchem Queckſilber. Dieſs wird indeſſen nur von dem eingemengten Bitterſpath aus dem Selenqueckſilber erzeugt, das durch jenen zerſetzt wird.

Zu einer quantitativen Analyſe wählte ich ſehr ausgezeichnete kubiſche Stücke, deren ſpecifiſches Gewicht ich in einem Verſuche 7,8765, und in einem andern bei einer veränderten Menge 7,804 fand. Die Analyſe geſchah wie die der andern Selenfoſſilien durch Chlor, aber der Gang der Analyſe muſste ein

ganz anderer ſeyn, da mit dem Chlorſelen ſich auch das Chlorqueckſilber verflüchtigte. Der Chlor verband ſich bei dieſen Analyſen mit dem Queckſilber immer zu Queckſilberſublimat, nie zu Calomel, und deshalb löſte ſich das Sublimat vollſtändig in der vorgeſchlagenen Flüſſigkeit auf. Das Queckſilberſublimat hat wohl einige Aehnlichkeit mit dem Chlorſelen im Maximum; es iſt indeſſen etwas weniger flüchtig, und beſteht mehr aus langen, glänzenden Nadeln, die man nie beim Chlorſelen findet.

Mehrere Verſuche miſsglückten mir, das Queckſilberoxyd von der Selenſäure in der Flüſſigkeit zu trennen, in welcher das Sublimat aufgelöſt worden war. Berzelius bemerkt ſchon, daſs die Trennung der Selenſäure vom Queckſilberoxyde nur unvollſtändig durch kohlenſaure und kauſtiſche Alkalien geſchieht; und in der That läſst ſich das Queckſilberoxyd auch nicht aus andern Auflöſungen vollſtändig durch Alkalien niederſchlagen *). Ich verſuchte das Queckſilber von dem Foſſile dadurch abzuſcheiden, daſs ich letzteres im gepulverten Zuſtande mit trocknem, kohlenſaurem Natron oder Kalk gemengt und erhitzt hatte. Es iſt aber ſchwer auf dieſe Weiſe die ganze Menge des Queckſilbers zu erhalten.

*) Wenn man eine Queckſilberſublimat-Auflöſung kalt oder kochend mit kauſtiſchen oder kohlenſauren Alkalien behandelt, ſo erzeugt ſich in der vom Queckſilberoxyd abfiltrirten Flüſſigkeit immer, nachdem ſie ſauer gemacht worden, durch Schwefelwaſſerſtoffgas ein ziemlich bedeutender Niederſchlag von Schwefelqueckſilber.

Das Hydrothion - Ammoniak aber schlägt das Quecksilber aus seinen alkalischen Auflösungen vollständig als Schwefelquecksilber nieder, und nach Versuchen, die ich darüber angestellt, löst auch ein grosser Ueberschuss von Hydrothionammoniak nicht Schwefelquecksilber auf, wenigstens nicht in der Kälte. Ich vermuthete diess nicht, da die Bereitung des Zinnobers auf nassem Wege auf der Auflöslichkeit des Schwefelquecksilbers im heissen Hydrothionkali beruht.

1,558 Gr. des Fossils hinterliessen 1,168 Gr. Chlorblei, die 0,870 Gr. Blei enthalten. Beim Auflösen in Wasser blieb weder Hornsilber zurück, noch zeigten sich sonst Spuren von fremden Metallen.

Die Flüssigkeit, in welcher die flüchtigen Chlormetalle aufgelöst waren, wurde, nachdem sie ammoniakalisch gemacht worden, mit einem Ueberschuss von Hydrothionammoniak versetzt, wodurch Schwefelquecksilber sich fällte, das auf einem gewogenen Filtrum filtrirt wurde. Nach sorgfältigem Trocknen wog es 0,306 Gr. Ich habe es nicht besonders analysirt, indessen da das angewandte Hydrothionammoniak frisch bereitet war, so konnte es keinen freien Schwefel enthalten. Es enthielt daher 0,264 Gr. Quecksilber. Die vom Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salzsäure sauer gemacht und erwärmt, um den Schwefelwasserstoff zu verjagen. Das ausgeschiedene Schwefelselen wurde in Königswasser oxydirt, und die Auflösung desselben der Flüssigkeit hinzugefügt, aus welcher es gefällt worden. Nachdem *die Salpetersäure* des Königswassers so viel wie mög-

lich durch Salzsäure zersetzt worden war, schlug ich durch schwefligsaures Ammoniak das Selen nieder. Ich erhielt 0,389 Gr. Das Resultat der Analyse war also:

Selen	0,389
Blei	0,870
Quecksilber	0,264
Verlust	0,035
	1,558

oder in Procenten:

Selen	24,97
Blei	55,84
Quecksilber	16,94
Verlust	2,25
	100,00

Der Verlust ist zu groſs, um eine genaue Auslegung des Resultats zuzulassen. Ich habe indessen Ursache zu vermuthen, daſs er vorzüglich in Selenium bestand. 55,84 Blei nehmen 21,59 Selen auf und 16,94 Quecksilber 6,63 Selen. Man könnte glauben, daſs die Zusammensetzung dieses Fossils vielleicht durch die Formel $HgSe^2 + 3 PbSe^2$ ausgedrückt werden könne; ich habe mich indessen davon überzeugt, daſs in diesem Fossil das Selenblei mit dem Selenquecksilber nicht in einem bestimmten Verhältnisse verbunden sey, sondern daſs beide sich (als isomorphe Körper) in allen Verhältnissen vereinigen können, ohne die Form zu ändern. Denn ich behandelte auf gleiche Weise mit Chlor, 0,900 Gr. von derselben Stufe, die ich zur angeführten Analyse benutzt hatte. Ich wählte absichtlich ebenfalls nur kubische

Bruchstücke, die durchaus das nämliche Ansehen hatten; wie die, die ich früher untersucht hatte; ich erhielt indessen nur 0,380 Gr. Chlorblei. Diese enthalten 0,246 Gr. Blei, und berechnet man daraus die Zusammensetzung des Fossils, so erhält man:

Selen	27,98
Blei	27,33
Quecksilber	44,69
	100,00

ein dem vorigen ganz verschiedenes Resultat.

IV.

Ueber das Licht;

von

Herrn Fresnel.

(Fortsetzung.)

Es ist nicht meine Absicht, hier alle die Schlüsse und Rechnungen aus einander zu setzen, die erforderlich sind, um die Lage der Streifen und die Intensität der gebeugten Strahlen zu bestimmen. Ich halte es aber für nöthig, eine klare Idee von den Grundsätzen zu geben, auf welchen jene beruhen, besonders von dem Prinzipe der *Interferenzen* *), durch welches die gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen erklärt wird.

Diese sonderbare Erscheinung, welche nach dem Emissionssysteme so schwer auf eine genügende Art erklärt werden kann, ist im Gegentheil eine so natürliche Folge der Undulationstheorie, dass man sie nach dieser hätte im Voraus anzeigen können. Ein jeder, der Steine in ruhig stehendes Wasser wirft, kann bemerken, dass, wenn sich auf seiner Fläche zwei

*) Das Wort *Interferences*, welches der Dr. Th. Young zugleich mit seinen Entdeckungen über den gegenseitigen Einfluss der Lichtstrahlen in die Lehre vom Lichte eingeführt hat, leitet sich von: *to interfere* (zusammen gerathen, widerstreiten) ab. Eine Verdeutschung desselben würde überflüssig seyn, da es über lang oder kurz doch allgemeines Bürgerrecht erhalten wird, und gewissermaßen schon erhalten hat. P.

Wellensysteme von nahe gleicher Stärke durchkreuzen, es Punkte giebt, wo diese Fläche in Ruhe bleibt, und andere wiederum wo die Wellen sich durch ihre Vereinigung verstärken. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen. Die Wellenbewegung der Fläche besteht aus vertikalen Bewegungen, welche die Theilchen der Flüssigkeit abwechselnd heben und senken. Bei dem Durchkreuzen der Wellen geschieht es nun, daſs in gewissen Punkten des Zusammentreffens die eine Welle der Flüssigkeit eine ansteigende, die andere aber eine hinabsteigende Bewegung zu ertheilen trachtet. Sind die beiden Impulse gleich, so bleibt die Flüssigkeit an diesen Punkten in Ruhe. An den Punkten hingegen, an welchen die Bewegung in Uebereinstimmung geschieht, wird die Flüssigkeit von beiden Wellen nach gleicher Richtung getrieben, sich mit einer Geschwindigkeit heben oder senken, die gleich der Summe beider empfangenen Stöſse ist, also gleich dem Doppelten des einen Stoſses, für den Fall, daſs, wie hier, die Intensitäten beider Wellen als gleich vorausgesetzt werden. Zwischen diesen Punkten der völligen Uebereinstimmung und des völligen Widerspruches (opposition), wovon die ersteren dem Maximum der Wellenbewegung, die letzteren der gänzlichen Abwesenheit der Bewegung entsprechen, liegt nun eine Unzahl anderer Punkte, in denen die Wellenschwingung mit mehr oder weniger Stärke vor sich geht, je nachdem sie sich den Punkten der völligen Uebereinstimmung oder den des völligen Widerspruches näheren.

Die Wellen im Innern eines elastischen Fluidums sind ihrer Natur nach zwar sehr von den eben erwähnten verschieden, erzeugen aber bei ihren Inter-

ferenzen durchaus ähnliche mechanische Resultate, weil sie (dès qu'elles) den Theilchen der Flüssigkeit oscillatorische Bewegungen mittheilen. Damit nämlich die Wirkung einer Wellenreihe durch die einer ihr nachfolgenden anderen Reihe von gleicher Intensität zerstört werden könne, reicht es hin, dass diese Bewegungen oscillalatorisch seyen, d. h., dass sie die Molekel abwechselnd nach entgegengesetzten Richtungen bringen; denn sobald als der Unterschied in dem Gange der beiden Wellengruppen für jeden Punkt der Flüssigkeit gerade so groſs ist, daſs die Bewegung in der einen Gruppe, der nach entgegengesetzter Richtung in der andern entspricht, und sie beide gleiche Intensität besitzen, so zerstören sie sich gegenseitig und die Theilchen der Flüssigkeit bleiben in Ruhe. Dieser Vorgang findet immer Statt, welche Richtung auch übrigens die Oscillationsbewegung in Bezug auf diejenige besitzt, nach der sich die Wellen fortpflanzen; vorausgesetzt, daſs sie dieselbe in beiden Wellensystemen sey. So z. B. geschieht, bei den Wellen auf der Oberfläche einer Flüssigkeit, die Oscillationsbewegung in vertikaler Richtung, während diese Wellen selbst, sich in horizontaler Richtung fortpflanzen, also senkrecht gegen die erstere Bewegung. Bei den Schallwellen hingegen geschieht die Oscillationsbewegung parallel mit der Fortpflanzungsbewegung und diese wie die anderen sind dem Interferenzgesetze unterworfen.

Um sich eine klare Idee von der Fortpflanzungsart der Wellen im Innern einer Flüssigkeit zu machen, muſs man zuvor bemerken, daſs wenn die Flüssigkeit nach allen Richtungen gleiche Dichte und gleiche Elasticität besitzt: die in einem Punkte erregte Erschütterung sich

auch nach allen Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen muss; denn diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit (welche man nicht mit der absoluten Geschwindigkeit der Theilchen verwechseln muss) hängt einzig von der Dichte und der Elasticität des Fluidums ab. Es folgt daraus, dass alle gleichzeitig erschütterten Punkte sich auf einer Kugelfläche befinden müssen, deren Mittelpunkt mit dem Anfangspunkt der Erschütterung zusammenfällt. Mithin sind diese Wellen kugelförmig, während die auf der Oberfläche einer Flüssigkeit nur kreisförmig sind.

Die Linien, welche vom Erschütterungsmittelpunkt nach den verschiedenen Punkten dieser Kugelfläche gezogen werden, nennt man *Strahlen*; in den Richtungen dieser pflanzt sich die Bewegung fort. So hat man in der Akustik die Schallstrahlen zu verstehen, und eben so sind die *Lichtstrahlen* in dem Systeme zu nehmen, in welchem man die Erzeugung des Lichtes von den Schwingungen eines überall verbreiteten, und *Aether* genannten Fluidums ableitet.

Die Natur der verschiedenen Elementarbewegungen, aus welchen eine Welle zusammengesetzt ist, hängt ab von der Natur der verschiedenen Bewegungen, welche die ursprüngliche Erschütterung ausmachen. Die einfachste Hypothese über die Bildung der Lichtwellen, ist: dass die Theilchen der Körper, welche diese Wellen erzeugen, kleine Oscillationen machen, ähnlich denen eines Pendels, das man ein wenig aus seiner Gleichgewichtslage entfernt hatte. Man hat sich nämlich die Theilchen eines Körpers

in ihren Lagen nicht als unerschütterbar fest zu denken, sondern als von Kräften gehalten, die nach allen Seiten im Gleichgewicht stehen. Wie nun auch die Natur solcher Kräfte seyn mag, durch welche die Theilchen in ihren Lagen erhalten werden: wenn die Theilchen nur um eine, in Bezug auf die Wirkungssphäre der Kräfte, sehr kleine Gröſse aus ihrer Gleichgewichtslage entfernt werden, so kann man doch annehmen, daſs die accelerirende Kraft, welche sie zu dieser zurückzuführen sucht und vermöge welcher sie dies- und jenseits des Gleichgewichtspunktes oscilliren, nahe proportional dieser Ablenkung ist. Genau so verhält es sich mit dem Gesetz der kleinen Pendelschwingungen und aller kleinen Schwingungen überhaupt. Diese von der Analogie gezeigte Hypothese, die einfachste, welche man über die Schwingungen der lichtgebenden (éclairantes) Theilchen machen kann, muſs zu genauen Resultaten führen, weil man nicht bemerkt, daſs die optischen Eigenschaften des Lichtes mit den Umständen veränderlich sind, welche scheinen in der Energie dieser Schwingungen die gröſste Verschiedenheit hervorbringen zu müssen.

Es folgt aus dieser Hypothese über die kleinen Oscillationen, daſs die Geschwindigkeit des schwingenden Molekels in jedem Augenblicke proportional ist dem Sinus der Zeit, wenn man diese vom Anfange der Bewegung an zählt, und zum Kreisumfang die Zeit nimmt, welche das Molekel gebraucht, um zum Ausgangspunkt zurückzukehren, d. h. die Dauer zweier Oscillationen, eine in dieser, die andere in jener Richtung. Nach diesem Gesetze habe ich die Formeln berechnet, welche zur Bestimmung der Re-

U 2

sultante einer beliebigen Anzahl Wellensysteme dienen, deren relativen Lagen und Intensitäten gegeben sind.

Um einzusehen, wie die Natur der Welle von der Bewegungsart der schwingenden Theilchen abhängt, denke man sich in der Flüssigkeit eine kleine Ebene, die man aus ihrer Gleichgewichtslage entfernt hat, und von einer mit der Ablenkung proportionalen Kraft in diese zurückgeführt wird. Zu Anfange der Bewegung erhält dieselbe nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit; durch die fortgesetzte Wirkung der accelerirenden Kraft, wird aber die Geschwindigkeit der kleinen Ebene vermehrt bis zu dem Augenblicke, wo sie die Gleichgewichtslage erreicht, in welcher sie auch verharren würde, wenn sie nicht schon eine Geschwindigkeit erhalten hätte; dieser Geschwindigkeit wegen überschreitet sie aber die Gleichgewichtslage. Die accelerirende Kraft wirkt nun der erlangten Bewegung entgegen und verringert diese unaufhörlich, bis sie zuletzt Null ist; alsdann erzeugt die fortdauernde Wirkung der Kraft eine Bewegung nach entgegengesetztem Sinn, und führt dadurch die Ebene zu ihrer Gleichgewichtslage zurück. Die Geschwindigkeit hierbei ist gleich nach der Wendung fast Null, wächst in demselben Grade wie sie abgenommen hatte, bis zu dem Augenblicke, wo die Ebene die Gleichgewichtslage erreicht; so wie aber dieselbe über diese Lage hinausgeht, vermindert sich die Geschwindigkeit durch die Kraft, welche sie zur Gleichgewichtsstellung zurückzuführen sucht, und wird zuletzt auf Null gebracht, wenn jene ihren Ausgangspunkt wieder

erreicht. Alsdann fängt die Ebene nach den nämlichen Perioden ihre Bewegung von Neuem an, und würde unaufhörlich zu oscilliren fortfahren, wenn nicht der Widerstand des umgebenden Mittels die Amplitude der Oscillationen immerfort verringerte und, am Ende einer mehr oder weniger langen Zeit, sie endlich ganz erlöschen machte.

Durch diese Oscillationen der festen Ebene wird nun die Flüssigkeit folgendermaſsen erschüttert. Die unmittelbar anliegende Schicht nimmt, gestoſsen von der Ebene, in jedem Augenblicke, deren Geschwindigkeit an und theilt diese mittelst eines Stoſses der folgenden Schicht mit, wodurch diese Bewegung folgweise zu allen übrigen Schichten der Flüssigkeit übergeht. Allein diese Fortpflanzung der Bewegung geschieht nicht augenblicklich, sondern sie gelangt nur nach einer gewissen Zeit zu einem bestimmten Abstande vom Erschütterungsmittelpunkt. Diese Zeit ist um so kürzer, als die Flüssigkeit weniger Dichte und mehr Elasticität besitzt, d. h. als sich die Theilchen derselben einander mit mehr Energie abstoſsen. Nun denke man sich zu mehrerer Bestimmtheit den Augenblick, in welchem die Ebene zum Ausgangspunkt zurück gekehrt ist, nachdem sie zwei Oscillationen nach entgegengesetzter Richtung vollendet hat. Die Geschwindigkeit, welche diese im ersten Augenblick besaſs und nahe Null war, ist alsdann in dem von uns betrachteten Moment auf eine Schicht verpflanzt, die vom Erschütterungsmittelpunkt um eine gewisse, mit d zu bezeichnende, Entfernung absteht. Unmittelbar darauf theilt sich die etwas vermehrte Geschwindigkeit

der Ebene der anliegenden Schicht mit; von dieser schreitet sie allmählig zu den folgenden Schichten über und im Augenblicke, wo die erste Erschütterung zu der im Abstand d befindlichen Schicht gelangt, kommt die zweite in der unmittelbar vorhergehenden an. Fährt man so fort, im Gedanken, die Dauer zweier Oscillationen der Ebene in eine unendliche Anzahl kleiner Zeitintervalle und die in der Länge d begriffene Flüssigkeit, in eine eben so grosse Anzahl entsprechender unendlich kleiner Schichten einzutheilen; so ist durch eine gleiche Schlussfolge leicht einzusehen, dass die verschiedenen Geschwindigkeiten der beweglichen Ebene, in jedem dieser Augenblicke, sich jetzt auf die entsprechenden Schichten vertheilt haben. So z. B. wird die Geschwindigkeit, welche die Ebene in der Mitte der ersten Oscillation besass, in dem von uns betrachteten Augenblicke, zu der Entfernung $\frac{3}{4} d$ gelangt seyn, und die in diesem Abstande gelagerte Schicht wird also in diesem Augenblicke mit dem Maximum der Geschwindigkeit nach vorne getrieben *). Eben so, wenn die Ebene zur Gränze ihrer ersten Oscillation gelangt

*) Ich nehme an, dass die Amplitude der Oscillationen dieser Ebene, in Bezug auf die Länge d so gering sey, dass man bei Berechnung der Abstände, zu welchen die folgweisen der Flüssigkeit mitgetheilten Impulse gelangt sind, die kleinen Ortsveränderungen der Ebene vernachlässigen könne. Diese Hypothese ist sehr erlaubt, weil man allen Grund hat zu glauben, dass die grössten Schwingungen der glühenden Theilchen noch sehr klein sind in Bezug auf die Länge einer Lichtwelle, die, obgleich ebenfalls sehr gering, dennoch eine messbare Grösse ist. Wenn überdiess die Amplitude dieser

und ihre Geschwindigkeit alſo Null iſt, muſs ſich dieſe Abweſenheit von Bewegung in einer um $\frac{1}{2}d$ entfernten Schicht befinden. Bei ihrer zweiten Oscillation, wo die Ebene rückgängig wird, muſs ſie der anliegenden Flüſſigkeitsſchicht und folgweiſe auch den übrigen Bewegungen mittheilen, die den bei ihrer erſten Oscillation entgegengeſetzt ſind; denn da die anliegende Schicht, vermöge der Elaſticität oder Expanſivkraft der Flüſſigkeit gegen die Ebene drückt, ſo muſs ſie, wenn dieſe zurückweicht, nothwendig folgen und die Leere füllen, welche deren rückgängige Bewegung zu erzeugen trachtet. Aus gleichem Grunde begiebt ſich die zweite Schicht gegen die erſte, die dritte gegen die zweite und ſofort. Man ſieht hiedurch ein, wie ſich die rückgängige Bewegung nach und nach den entfernteſten Schichten mittheilt. Ihre Fortpflanzung geſchieht nach dem nämlichen Geſetze, wie die der vorwärtsſchreitenden Bewegung; die Verſchiedenheit beruht nur in der Richtung der Bewegungen oder mathematiſch geſprochen, im Zeichen der Geſchwindigkeiten, welche ſie den Flüſſigkeitstheilchen einprägt. Man ſieht alſo, daſs die zwiſchen der Mitte des Abſtandes d und dem Erſchütterungsmittelpunkte liegenden Schichten, im Augenblick den wir betrachten, von den verſchie-

Oscillationen gegen die Länge einer Undulation auch ſelbſt nicht zu vernachläſſigen wäre, ſo würde es genügen, eine vom Erſchütterungsmittelpunkte hinlänglich entfernte Welle zu betrachten, um die Entfernungen von jenem Mittelpunkte zählen und die kleineren Ortsveränderungen des ſchwingenden Theilchen vernachläſſigen zu können.

denen Geschwindigkeiten angetrieben werden müssen, welche die kleine Ebene während ihrer zweiten Oscillation besass. Sie sind den Geschwindigkeiten der in der anderen Hälfte von d liegenden Schichten gleich, aber mit diesen von entgegengesetztem Zeichen. So z. B. befindet sich die Geschwindigkeit, welche die Ebene in der Mitte ihrer zweiten Oscillation, als dem Maximum ihrer rückgängigen Bewegung, besass, in einer Schicht, die um $\frac{1}{4}d$ vom Erschütterungsmittelpunkt absteht, während das Maximum der vorwärtsgehenden Bewegung in demselben Augenblicke der Schicht innewohnt, welche um $\frac{3}{4}d$ vom Erschütterungsmittelpunkte entfernt ist.

Die Strecke der Flüssigkeit, welche durch zwei Oscillationen der Ebene in entgegengesetzter Richtung erschüttert wird, nenne ich eine *ganze Undulation*; mithin verstehe ich unter: *halbe Undulation* jede der Hälften, die von den entgegengesetzten Oscillationen erschüttert sind; zusammen könnten sie *vollständige Undulation* genannt werden, weil sie die Rückkehr der schwingenden Ebene zum Ausgangspunkt begreifen. Man sieht, dass die beiden Halbundulationen, welche die vollständige Undulation zusammensetzen, in den von ihnen umfassten Flüssigkeitsschichten, Geschwindigkeiten darbieten, die ihrer Größe nach vollkommen gleich sind, aber entgegengesetzte Richtung besitzen. Diese Geschwindigkeiten haben ihr Maximum in der Mitte jeder dieser Halbundulationen und nehmen bis zu den Enden dieser allmählig ab, wo sie Null sind; mithin liegen die Punkte der Ruhe von denen der größten positiven oder negativen Geschwindigkeit um eine Viertelundulation entfernt.

Die Länge d einer Undulation hängt von zwei Dingen ab: 1) von der Schnelligkeit, mit der sich die Bewegung in der Flüssigkeit fortpflanzt und 2) von der Dauer einer vollständigen Oscillation der schwingenden Ebene. Denn je länger die Dauer der letztern und je schneller die Fortpflanzung der Bewegung ist, um so weiter liegt die erste Erschütterung von der schwingenden Ebene, im Augenblick wo diese zu ihrem Ausgangspunkt zurückkehrt. Wenn die Undulationen in dem nämlichen Mittel vor sich gehen, so bleibt die Schnelligkeit der Fortpflanzung dieselbe und die Undulationslänge ist bloss proportional mit der Dauer der Oscillationen jener schwingenden Theilchen, die die ersteren erzeugen. Wenn die schwingenden Theilchen denselben Kräften unterworfen bleiben, so beweist die Mechanik, dass jede ihrer kleinen Oscillationen stets die nämliche Dauer besitzt, wie gross auch ihre Amplitude seyn mag. Die entsprechenden Undulationen haben also für diesen Fall die nämliche Länge; die Verschiedenheit derselben liegt nur in der grösseren oder geringeren Stärke der Oscillationen der flüssigen Schichten und die Amplitude dieser ist proportional mit der, welche die Oscillationen der glühenden Theilchen besitzen; denn man sieht nach dem Gesagten, dass jede Flüssigkeitsschicht alle Bewegungen des schwingenden Molekels wiederholt. Die mehr oder weniger grosse Amplitude der Oscillationen der Flüssigkeitsschichten bestimmt den Grad der absoluten Geschwindigkeit, mit welcher diese sich bewegen und folglich die Stärke, nicht aber die Natur des Sinneneindrucks, welche aller Analogie nach von der Dauer dieser Oscillationen abhängt. Eben so

hängt die Natur des Schalles, welchen die Luft bis zu unserem Ohre führt, ganz alleinig von der Dauer jeder einzelnen Oscillation der Luft ab, die durch den schallenden Körper in Erzitterung gesetzt ward und die mehr oder weniger grosse Amplitude oder Stärke dieser Oscillationen, vermehrt oder vermindert nur die Intensität des Schalles, ohne weiter seine Natur, d. h. *seinen Ton* zu ändern.

Die Intensität des Lichtes wird also von der Intensität der Aetherschwingungen abhängen, und die Natur desselben, d. h. die Farbenempfindung, welche dasselbe erzeugt: von der Dauer einer einzelnen Oscillation oder von der Länge der Undulationen, weil diese mit jener proportional ist.

Bleibt die Oscillationsdauer dieselbe, so ist, wie gesagt, die absolute Geschwindigkeit der Aethertheilchen in den entsprechenden Zeitpunkten der Schwingungsbewegung, proportional mit der Amplitude jener Oscillationen *).

*) Man muss die absolute Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilchen nicht mit der Geschwindigkeit verwechseln, mit der sich die Erschütterung fortpflanzt. Die erstere ist mit der Amplitude der Oscillationen veränderlich; die zweite hingegen, welche nichts anders ist als die Schnelligkeit mit der sich die Bewegung von einer Schicht zur anderen mittheilt, hängt nicht von der Intensität der Schwingungen ab. Aus diesem Grunde durchläuft ein schwacher Schall die Luft mit derselben Geschwindigkeit, wie ein starker und eben so pflanzt sich das matte wie das lebhafteste Licht mit einer gleichen Schnelligkeit fort. Wenn man von der *Geschwindigkeit des Lichtes* redet, so versteht man beständig darunter die Geschwindigkeit seiner Fortpflanzung. Wenn man also sagt, das Licht durchlaufe 70000 Lieues in einer Sekunde, so bezeichnet diess nach

Das Produkt aus dem Quadrate der Geschwindigkeit in die Dichte der Flüssigkeit ist das, was man in der Mechanik lebendige Kraft nennt, und diese muss man als Maass der Intensität des Lichts betrachten. Wenn also z. B. in dem nämlichen Mittel die Schwingungsweiten verdoppelt werden, so werden es die absoluten Geschwindigkeiten zugleich und die lebendige Kraft oder die Lichtstärke wird vervierfacht seyn.

In dem Maasse wie sich die Welle vom Erschütterungsmittelpunkt entfernt, breitet sie sich weiter aus, und die Bewegung in jedem Punkte derselben muss also geschwächt werden. Die Rechnung zeigt, dass die Schwächung der oscillatorischen Bewegung oder die Verminderung der absoluten Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilchen proportional ist dem Abstande vom Erschütterungsmittelpunkt. Folglich steht das Quadrat dieser Geschwindigkeit im umgekehrten Verhältniss des Quadrates dieses Abstandes und die Stärke des Lichtes muss also proportional mit dem Quadrate des Abstandes vom Lichtpunkte abnehmen. Es ist zu bemerken, dass eben dadurch die Summe der lebendigen Kräfte in einer Welle die nämliche bleibt, denn einerseits wird d, ihre Länge (die man auch ihre Dicke nennen könnte) nicht verändert und andrerseits sich ihre Fläche im Verhältnisse des Quadrates ihres Abstandes vom Erschütterungsmittel-

dem Undulationssysteme nicht: dass sich die einzelnen Aethertheilchen mit einer solchen Geschwindigkeit bewegen, sondern dass die dem Aether eingeprägte Geschwindigkeit nur eine Sekunde gebrauche, um zu einer Schicht zu gelangen, die von der ersten Schicht um 70000 Lieues entfernt ist.

punkt vermehrt, so ist die Menge oder Masse der durch die Welle erschütterten Flüssigkeit ebenfalls dem Quadrate dieses Abstandes proportional. Da nun die Quadrate der absoluten Geschwindigkeiten sich genau in demselben Verhältnisse vermindert, wie sich die Massen vermehrt haben, so folgt daraus, dass die Summe der Produkte der Massen in die Quadrate der Geschwindigkeiten, d. h. die Summe der lebendigen Kräfte constant bleibt. Es ist ein allgemeines Princip in der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten, dass, wie sich auch die Erschütterung ausdehne oder zertheile (subdivise), die Summe der lebendigen Kräfte doch constant bleibt. Man sieht auch deutlich weshalb die lebendige Kraft als Maass des Lichtes betrachtet werden muss, dessen totale Menge stets nahe dieselbe bleibt, so lange es wenigstens nur hinlänglich durchsichtige Mittel durchdringt *).

Um sich eine klare Idee zu machen, wie die Oscillationen eines kleinen starren Körpers in einer elastischen Flüssigkeit Undulationen erzeugen, braucht man nur eine vollständige Oscillation der kleinen Ebene zu betrachten, welche eine ganze Undulation erzeugt. Wenn wir, statt bei der ersten vollständigen

*) Die schwarzen Körper und selbst die glänzendsten Metallflächen, werfen bei weitem nicht die Menge des auf sie einfallenden Lichtes gänzlich zurück; die durchsichtigen Körper, selbst die es in einem hohen Grade sind, verschlucken (um mich dieses herkömmlichen Ausdrucks zu bedienen) ebenfalls bei hinreichender Dicke eine beträchtliche Menge des einfallenden Lichtes. Daraus muss man indess nicht schliessen, dass das Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kräfte nicht mehr auf diese Erscheinungen anwendbar sey; es folgt hingegen

Oscillation ſtehen zu bleiben, ſo lange warten, bis die Ebene eine groſse Anzahl anderer Oscillationen erzeugt hat, ſo enthält die Flüſſigkeit ſtatt einer einzigen Welle, deren ſo viele als es vollſtändige Oscillationen gab. Dieſe Wellen folgen ſich regelmäſsig und ohne Unterbrechung, wenn die Oscillationen des ſchwingenden Theilchens ſich ſelbſt mit Regelmäſsigkeit wiederholen. Dieſe regelmäſsige und ununterbrochene Folge von Lichtwellen iſt das, was ich ein *Wellenſyſtem* nenne.

Es iſt wegen der ungeheuren Schnelligkeit der Lichtſchwingungen natürlich vorauszuſetzen, daſs die leuchtenden Theilchen unter den verſchiedenen mechaniſchen Umſtänden, unter welchen ſie ſich bei dem Verbrennen oder Glühen des leuchtenden Körpers befinden, eine groſse Anzahl regelmäſsiger Oscillationen vollenden können, obgleich dieſe veränderlichen Umſtände ohne Zweifel ungemein raſch auf einander folgen; denn ſo z. B. reicht der millionte Theil einer Sekunde hin, um 545000 Wellenſchläge vom gelben Lichte zu erzeugen; die mechaniſchen Hinderniſſe, welche die regelmäſsige Folge der Schwingungen eines leuchtenden Theilchens ſtören oder ſelbſt die Natur derſelben abändern, könn-

aus der annehmlichſten Vorſtellung, die man ſich über die mechaniſche Conſtitution der Körper machen kann, daſs die Summe der lebendigen Kräfte ſtets die nämliche bleiben muſs (ſo lange als die accelerirenden Kräfte, welche die Molekel zu ihren Gleichgewichtslagen zurückzuführen ſuchen, ihre Intenſität nicht verändert haben) und daſs die Quantität der lebendigen Kräfte, welche als Licht verſchwindet, als Wärme wieder erzeugt wird.

ten ſich alſo in jedem Milliontel einer Sekunde wiederholen, und dennoch das Licht in den Zwiſchenzeiten mehr als 500000 regelmäſsige und auf einander folgende Oscillationen vollenden. Dieſe Bemerkung wird uns bald behülflich ſeyn, die Umſtände zu beſtimmen, unter welchen die Interferenzen der Lichtwellen ſichtbare Wirkungen darbieten müſſen.

Wir haben geſehen, daſs jede von einer Schwingungsbewegung erzeugte Welle, zuſammengeſetzt iſt aus zwei halben Undulationen, die den Flüſſigkeitstheilchen, was die Stärke betrifft, durchaus gleiche, hinſichtlich des Zeichens oder der Richtung der Bewegung aber, völlig entgegengeſetzte Bewegungen mittheilen. Man nehme zuvor an, daſs zwei ganze Wellen, die in gleichem Sinne und nach gleicher Richtung fortgehen, in ihrem Gange um eine halbe Undulation verſchieden ſind; alsdann decken ſie ſich nur in der einen Hälfte ihrer Länge*) und es findet nur zwiſchen der letzten Hälfte der vorderen Welle und der erſteren Hälfte der nachfolgenden eine Interferenz Statt. Wenn die beiden Wellenhälften gleiche Intenſität beſitzen, ſo heben ſie ſich gegenſeitig auf, weil ſie dem Aether direkt entgegengeſetzte Impulſe ertheilen, und die Bewegung wird alſo in dieſem

*) Wenn man von den Wellen ſpricht, die ſich auf der Oberfläche einer Flüſſigkeit bilden, verſteht man unter Breite der Welle was oben Länge heiſst. Ich nenne aber hier Länge einer Welle oder Länge eines Wellenbeſchlages (Undulation) den Zwiſchenraum zwiſchen den erſten und letzten Punkt, der in einer Flüſſigkeit durch eine vollſtändige Oscillation des leuchtenden Theilchens erſchüttert wird.

Theile der Flüssigkeit zerstört; aber diese besteht ohne Veränderung in den beiden andern Wellenhälften und mithin ist nur die Hälfte der Bewegung zerstört worden.

Man nehme nun an, daſs jeder dieser beiden in ihrem Gange um einen halben Wellenschlag von einander stehenden Wellen, eine groſse Anzahl anderer ähnlicher Wellen vorhergeht oder nachfolgt; alsdann hat man statt der Interferenz zweier getrennter Wellen, die Interferenz zweier Wellensysteme zu betrachten. Ich setze voraus, daſs hinsichtlich ihrer Wellenanzahl und ihrer Intensität diese Systeme gleich seyen. Weil sie nun der Annahme nach in ihrem Gange um eine halbe Undulation verschieden sind, so fallen in dem einem Systeme die Wellenhälften, welche die Aethertheilchen nach einer Richtung zu stoſsen trachten, in dem anderen Systeme mit den Wellenhälften zusammen, welche diesen einen Stoſs nach entgegengesetzter Richtung zu geben suchen. Beide halten sich das Gleichgewicht, so daſs die Bewegung in der ganzen Ausdehnung der beiden Systeme zerstört ist, mit Ausnahme der beiden äuſsersten Halbwellen, welche der Interferenz entgehen *). Da letztere indeſs nur einen sehr kleinen Theil die-

*) Es ist klar, daſs diese Schlüsse nur auf Systeme Anwendung finden, die aus Wellen gleicher Länge zusammengesetzt sind; denn wenn die Wellen des einen, auch nur um ein sehr Geringes länger wären als die des anderen, so würde die relative Lage der Wellen nicht mehr dieselbe seyn, in der ganzen Ausdehnung beider Gruppen. Während die ersteren Wellen sich beinahe vollständig entgegenwirken, würden die folgenden in keiner gänzlichen Nichtübereinstimmung mehr ste-

ser Wellensysteme ausmachen, so sieht man, dafs die Bewegung fast überall vernichtet ist.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs der Stofs einer einzigen Halbwelle des Lichtes und selbst der einer ganzen Welle nicht hinreicht, um die Theilchen des optischen Nervens in Schwingungen zu versetzen; gleichwie eine einzige Schallwelle nicht hinlänglich ist, um Körper zum Schwingen zu bringen, die des Mitklanges fähig sind. Nur die Aufeinanderfolge dieser Wellen ist es, welche, indem sie die kleinen Partialwirkungen summirt, zuletzt den tonfähigen Körper auf eine merkliche Art in Schwingungen versetzt. So geschieht es, dafs die regelmäfsige Folge sehr unbeträchtlicher Stöfse zuletzt die schwerste Glocke zum Läuten bringt. Wendet man auf das Sehen diese aus der Mechanik entlehnte Vorstellung an, als die natürlichste und allen Analogien gemäfseste, so begreift man, dafs die beiden übrigbleibenden Halbwellen, deren früher erwähnt ward, keine merkliche Einwirkung auf die Retina ausüben können, und dafs die Vereinigung der beiden Wellensysteme eine vollständige Dunkelheit bewirken mufs.

Wenn man von den beiden Wellensystemen das hintere noch um eine halbe Undulation mehr verzö-

hen und weiter hin träfe man sie zuletzt in Uebereinstimmung an; daraus würde eine Folge schwacher Vibrationen hervorgehen, die sehr analog mit den Schlägen wären, welche das gleichzeitige Klingen zweier wenig von einander verschiedener Töne hören läfst; da aber diese Abwechslungen von starkem und schwachem Lichte sich mit einer ungemeinen Schnelligkeit folgen, so erzeugen sie auf das Auge nur einen gleichbleibenden Eindruck.

gert, so ist, da der Unterschied ihres Ganges eine ganze Undulation beträgt, die Uebereinstimmung zwischen den Bewegungen beider Gruppen von Wellen wieder hergestellt; und die Schwingungsgeschwindigkeiten verstärken sich in allen den Punkten, in welchen sie sich früher aufhoben. Die Lichtintensität hat alsdann ihr Maximum erreicht. Bei einer nochmaligen Verzögerung des einen Wellensystemes um eine halbe Undulation, beträgt der Unterschied in dem Gange anderthalb Undulationen und man sieht, dass wie vorhin, in beiden Systemen diejenigen Wellenhälften, die eine entgegengesetzte Bewegung besitzen, über einander gelagert sind. Sämmtliche Wellen, aus welchen beide zusammengesetzt sind, müssen sich also gegenseitig zerstören, mit Ausnahme der drei letzten Halbwellen an jedem Ende, die der Interferenz entgehen. Die Bewegung ist also fast gänzlich zerstört und die Vereinigung der beiden Lichtbündel muss, wie im ersten Fall, Dunkelheit erzeugen.

Indem man so fortfährt, den schon bestehenden Unterschied in dem Gange beider Wellensysteme jedesmal um eine halbe Undulation zu vergrössern, wird man abwechselnd völlige Dunkelheit *) und

*) Wir setzen stets voraus, dass die beiden Wellensysteme die nämliche Intensität besitzen; wären die Oscillationen des einen weniger kraftvoll als die des andern, so könnten sie sich nicht mehr gänzlich zerstören. Die Oscillationsgeschwindigkeit in dem einen, wird immer durch die des andern vermindert, weil beide die Aethertheilchen nach entgegengesetzten Richtungen treiben; aber es bleibt eine resultirende Geschwindigkeit übrig, die nicht mehr Null, sondern nur kleiner ist, als die

Maximum der Lichtintensität haben, je nachdem der Unterschied eine ungerade oder gerade Anzahl halber Wellen enthält. Diess sind die Folgerungen aus dem Principe der Interferenz der Wellen und wie man sieht, stimmen sie vollkommen mit dem durch die Erfahrung gegebenen Gesetze des gegenseitigen Einflusses der Lichtstrahlen überein; denn die Ausdrücke für beide werden völlig gleich, wenn man den früher mit d bezeichneten Unterschied in den durchlaufenen Wegen: *Undulationslänge* heisst. Nimmt man also an, was von allen Seiten glaubwürdig wird, dass das Licht aus den Schwingungen eines sehr zarten Fluidums besteht, so wird die Periode d, nach welcher die nämlichen Vorgänge der Interferenz wiederkehren, die Länge einer Undulation seyn.

Man hat aus der Tafel die früher für die 7 Hauptgattungen der farbigen Strahlen gegeben ist, ersehen, dass die Periode d oder die Undulationslänge von einer Farbe zur andern sehr veränderlich ist und so z. B. für die äussersten rothen Strahlen anderthalb Mal so gross ist, als für die violetten Strahlen am andern Ende des Sonnenspectrums.

Man begreift, dass die Zahl der verschiedenen Undulationen sich nicht auf die in jener Tafel gegebenen 7 hauptsächlichen beschränkt, sondern dass es eine Unzahl anderer giebt, sowohl zwischen ihnen,

des intensivsten Lichtbündels. Es erfolgt also auch in diesem Falle durch Zusatz des zweiten Lichtbündels eine Schwächung des Lichtes, aber diese Schwächung ist um so geringer, als der eine Bündel viel schwächer ist, als der andere.

als über das Violett und Roth hinaus; denn die ponderablen Theilchen, deren Oscillationen diese Wellen im Aether erzeugen, müssen beim Verbrennen oder beim Glühen der Körper unendlich verschiedenen Kräften unterworfen seyn und von der Stärke dieser Kräfte hängt die Dauer jeder einzelnen Oscillation ab und folglich auch die Länge der Undulationen, welche durch sie erzeugt wird.

Alle Undulationen, deren Längen zwischen 0,mm000423 und 0,mm000620 begriffen sind, sind sichtbar, d. h. sind fähig, den optischen Nerven in Schwingungen zu versetzen; die andern werden nicht merkbar als durch ihre Wärme oder durch die chemischen Wirkungen, welche sie bestimmen.

Wir bemerkten, dass, wenn zwei Systeme in ihrem Gange um eine halbe Undulation verschieden sind, zwei halbe Wellen der Interferenz entgehen; dass diess eben so mit 6 halben oder 3 ganzen Wellen der Fall ist, wenn der Unterschied im Gange 3 halbe Undulationen beträgt etc., d. h. dass im Allgemeinen die Zahl der Wellen, die der Interferenz entgehen, gleich ist der Zahl der halben Wellen, welche die correspondirenden Punkte beider Wellensysteme trennen. So lange diese Zahl in Bezug auf die der Wellen, welche ein jedes System enthält, sehr klein ist, wird fast die gesammte Bewegung zerstört und es muss daraus Dunkelheit erfolgen, wie im ersten Fall einer gänzlichen Nichtübereinstimmung. Aber man sieht, dass bei steter Vergrösserung jenes Gang-Unterschiedes, die der Interferenz entzogenen Wel-

len, einen beträchtlichen Theil von jeder Gruppe ausmachen und diese Differenz endlich so groſs werden kann, daſs die beiden Wellengruppen gänzlich getrennt sind. In diesem Falle hört der gegenseitige Einfluſs der Lichtstrahlen gänzlich auf. Wenn z. B. die Gruppen im Allgemeinen nur 1000 Wellen enthielten, so reicht eine Gangverschiedenheit von einem Millimeter mehr als hin, um die Vorgänge der Interferenz bei allen Strahlengattungen zu verhindern.

Es giebt indeſs eine andere Ursache, durch die man noch viel früher verhindert wird, den gegenseitigen Einfluſs bei Wellensystemen zu bemerken, bei welchen die Gangverschiedenheit ein wenig groſs ist, nämlich: die Unmöglichkeit das Licht hinreichend homogen zu machen. Das möglichst vereinfachte Licht besteht immer noch aus einer Unzahl heterogener Strahlen, deren Undulationslänge nicht genau dieselbe ist. Wie klein nun auch diese Verschiedenheit seyn mag, so erzeugt sie dennoch nach oftmaliger Wiederholung eine Entgegengesetztheit in den Arten der Interferenz bei den verschiedenen Lichtstrahlen, die zuletzt die Schwächung der einen, durch Verstärkung der anderen abgleicht. Hierin liegt ohne Zweifel der Hauptgrund, weshalb die Wirkungen des gegenseitigen Einflusses der Lichtstrahlen unmerklich werden, wenn die Gangverschiedenheit beträchtlich ist, und nur die Länge der Undulation 50 bis 60 Mal übertrifft.

Als eine wesentliche Bedingung zum Auftreten der Interferenzerscheinungen haben wir zuvor ange-

geben, daſs die ſich vereinigenden Strahlen von einer gemeinſchaftlichen Quelle ausgegangen ſeyn müſsten. Der Grund hiervon iſt nach der obigen Theorie leicht einzuſehen.

Jedes Wellenſyſtem, das einem anderen begegnet, übt, wenn die relative Lage beider unverändert bleibt, auf dieſes beſtändig denſelben Einfluſs aus, ſey es nun, daſs ſie von einer gemeinſchaftlichen Quelle, oder von mehreren beſonderen ausgehen; denn klar iſt es, daſs unſere früheren Schlüſſe zur Erklärung des gegenſeitigen Einfluſſes auf beide Fälle gleich anwendbar ſind. Das bloſse Vorhandenſeyn dieſes Einfluſſes reicht indeſs nicht hin, um ihn unſern Augen ſichtbar zu machen, ſondern dazu wird noch erfordert, daſs ſeine Wirkungen andauernd ſeyen. Das Letztere kann aber nicht Statt finden, ſobald die ſich interferirenden Wellenſyſteme von verſchiedenen Quellen ausgehen. Wie wir nämlich ſchon bemerkt haben, müſſen die Theilchen der leuchtenden Körper, deren Schwingungen den Aether erſchüttern und Licht erzeugen, ſehr häufig bei ihrem Schwingen Störungen erleiden, als Folge der ſchnellen Veränderungen um ſie her, die aber dennoch, wie man geſehen hat, vereinbar iſt mit der regelmäſsigen Abſendung einer groſsen Anzahl von Wellen, innerhalb den Zwiſchenzeiten dieſer Störungen. Dieſes vorausgeſetzt, kann man doch nicht annehmen, daſs jene Störungen in getrennten und unabhängigen Theilchen gleichzeitig und auf gleiche Weiſe vor ſich gingen; vielmehr könnte es geſchehen, daſs die Oscillationen der einen um eine vollſtändige halbe Oscil-

lation verzögert würde, während die der andern ohne Unterbrechung fortführen oder sich vielleicht um eine ganze Oscillation verspäteten. Beides würde die Interferenzwirkungen dieser Wellensysteme verändern, weil, wenn in dem ersten Falle vollständiger Einklang unter ihren Bewegungen geherrscht hätte, in dem andern gänzliche Nichtübereinstimmung statthaben wird. Da nun diese entgegengesetzten Vorgänge mit einer ausserordentlichen Schnelligkeit aufeinanderfolgen, so erzeugen sie im Auge nur eine gleichartige (unterschiedslose, continue) Empfindung, welche das Mittel hält zwischen den von ihnen erzeugten, mehr oder weniger lebhaften Empfindungen und diese wird constant bleiben, wie groſs auch der Unterschied in den durchlaufenen Wegen ist.

Nicht so der Fall ist es, wenn die beiden Lichtbündel aus einer gemeinschaftlichen Quelle entspringen; denn da die beiden Wellensysteme alsdann von einem und demselben Erschütterungsmittelpunkt ausgehen, so sind sie auch diesen Störungen zu gleicher Zeit und auf gleiche Weise unterworfen. Sie erleiden mithin in ihren relativen Lagen keine Veränderungen, so daſs wenn sie sich anfangs in völliger Nichtübereinstimmung befanden, sie auch in dieser fortfahren zu beharren, und wenn ihre Bewegung in Einklang geschah, dieses auch fortdauernd geschieht, so lange der Erschütterungsmittelpunkt Licht erzeugt. In diesem Falle sind folglich die Vorgänge constant und des Wahrnehmens fähig. Ueberhaupt läſst sich auf alle durch Vereinigung der Lichtwellen erzeugte Phänomene das allgemeine Princip an-

wenden, dafs sie nur alsdann wahrnembar sind, wenn sie sich andauernd darbieten.

Bisher haben wir nur angenommen, dafs die beiden Wellensysteme zufolge der oscillatorischen Bewegung entweder nach gleicher Richtung oder nach völlig entgegengesetzter Richtung fortgingen. Diefs ist der einfachste Fall bei der Interferenz und der einzige, in welchem die Bewegung des einen Systemes von der des anderen gänzlich zerstört werden kann; denn dazu ist nicht blofs erforderlich, dafs die beiden Kräfte gleich seyen und in entgegengesetztem Sinne wirken, sondern auch, dafs sie in derselben geraden Linie wirken, d. h. mit einem Worte: dafs sie sich direct entgegengesetzt sind.

Die farbigen Ringe und die Farben, welche das polarisitirte Licht in Krystallblättchen erzeugt, bieten als besonderen Fall der Interferenzen denjenigen dar: dafs die Wellen beider Systeme parallel sind. Bei den Diffractionserscheinungen hingegen oder bei den früher erwähnten Versuch mit den beiden Spiegeln, machen die sich interferirenden Strahlen einen bemerkbaren, wenn gleich sehr kleinen Winkel unter sich. Die Impulse, welche der Aether in den nämlichen Punkten durch die beiden Wellensysteme erhält, kreuzen sich alsdann ebenfalls unter merklichem Winkel. Wegen der Kleinheit dieser Winkel ist die Resultante beider Impulse fast gleich der Summe dieser, wenn sie nach gleicher Richtung wirken, und nahe gleich ihrer Differenz, wenn es im entgegengesetzten Sinne geschieht. In den Punk-

ten des Accordes und Discordes, wird die Lichtintensität eben so stark seyn, als wenn die beiden Lichtbündel eine gleiche Richtung gehabt hätten, wenigstens würde das geübteste Auge darin keinen Unterschied wahrnehmen können. Aber nur in Bezug auf die Intensitäten ist es, worin dieser Interferenz-Fall dem früher betrachteten gleicht, in anderer Rücksicht weicht er sehr von diesem ab, vor allem in den äusseren Erscheinungen, welche er darbietet und in den Umständen, welche zu seinem Auftreten nöthig sind.

(Fortsetzung folgt.)

V.

Beschreibung eines neu erfundenen Differential-Barometers;

von

E. F. August,

Dr. Phil. u. Prof. an dem Königl. Joachimsthalschen Gymnas. in Berlin.

Die für Reisende unbequeme Einrichtung der gewöhnlichen Mess-Barometer rechtfertigt hinlänglich das Bestreben der Physiker, ein anderes Instrument an die Stelle desselben zu setzen, das weniger Sorgfalt beim Transport erfordert und nicht so viel Raum einnimmt. Der Scharfsinn vieler geachteten Männer hat sich seit Einführung barometrischer Höhenmessungen mit dieser Aufgabe beschäftigt und es fehlt nicht an sinnreichen Vorrichtungen mancherlei Art.

Als einen neuen Versuch, die Aufgabe zu lösen, möge auch jedes der beiden hier zu beschreibenden Instrumente angesehen werden, deren zu vorläufigen Versuchen recht genaue Construction nach meinen Angaben von den geschickten Mechanikern Hrn. J. G. Greiner junior und Hrn. Aehnelt mit Sorgfalt ausgeführt worden ist, und die sich mir bei den bis jetzt damit angestellten Versuchen als recht brauchbar bewährt haben. Fernere Vervollkommnung in der Realisirung der zum Grunde liegenden einfachen Idee, könnte, wie ich hoffe, diesen Instrumenten bald den Rang genauer Luftdruckmesser verschaffen; daher ich

dieselben, besonders das letztere, der Aufmerksamkeit einsichtsvoller Physiker empfehle.

Die erste Figur giebt die Abbildung des ersten dieser Instrumente. Eine bei *a* trichterförmig beginnende Barometerröhre endigt sich in ein gläsernes Gefäss *bcde*, das bei *d* und *e* zwei Oeffnungen hat. In die Oeffnung *d* ist luftdicht (oder mindestens doch quecksilberdicht) eine genau calibrirte Barometerröhre *fg* eingesetzt, an der sich oben die Hohlkugel *h* befindet. In der Oeffnung *e* steht eben so eingefügt die Barometerröhre *kl*, etwa 8 Zoll lang, die unten bei *k* nicht so tief in das Gefäss hinabreicht als *gf*, und oben bei *l* gekrümmt, verengt aber offen ist. Zwischen beiden Röhren *fg* und *kp* ist auf demselben Brette, in welches die ganze gläserne Geräthschaft zur Hälfte eingelassen ist, eine genaue auf Messing getheilte Scale *mn* befestigt, auf der man vermöge der an den verschiebbaren Zeigern *o* und *p* befindlichen Nonien Hunderttheile der Linie ablesen kann. Zur senkrechten Aufstellung des Instruments dient das Pendel *st*; so wie zu der bei barometrischen Bestimmungen so nothwendigen Wärmemessung das Thermometer *rq*. Um endlich den Einfluss zufällig beim Beobachten andringender Wärme zu verhüten, ist die Kugel *h* mit einer 2 Linien dicken hölzernen hohlen Halbkugel umschlossen, die, um die Zeichnung nicht zu überladen, in Fig. 1 fehlt.

Sobald man nun in die Oeffnung *a* mit Behutsamkeit Quecksilber eingiesst, wird es sich zunächst am Boden des Gefäses *bcde* anhäufen und die Luft durch die Röhre *kl* verdrängen. In dem Augenblick aber, wo die Oberfläche des Quecksilbers sich an die untre

Oeffnung der Röhre *fg*, alſo bei *f* anlegt, wird die in der Röhre *fg* und in der damit verbundenen Kugel *h* enthaltene Luft abgeſchloſſen. Gieſst man nun bei *a* noch mehr Queckſilber ein, ſo wird es in beiden Röhren zu ſteigen anfangen, aber nicht ſo hoch in der Röhre *fg*, als in der Röhre *kl*, weil in jener die Luft comprimirt wird, alſo ihren Druck verſtärkt, in dieſer aber bei *l* frei ausweichen kann, folglich immer noch denſelben Druck wie vorher ausübt. Geſetzt man habe das Queckſilber durch Zugieſsen ſo weit vermehrt, daſs es in der Compreſſionsröhre *fg* bis *o* geſtiegen, in der Steigröhre *kl* aber bis *p* gekommen iſt; ſo begreift man leicht, daſs die Queckſilberſäule, welche auf der Scale *mn* durch die Entfernung der Anzeiger *op* gemeſſen wird, den Druck beſtimmt, um welchen die Expanſivkraft der bei *h* eingeſchloſſenen Luft ſeit dem Anfange des Verſuches zugenommen hat. Vor dem Verſuche nämlich war die Expanſivkraft in beiden Röhren gleich dem Barometerdruck, indem durch die Oeffnungen *alkf* eine Communication der Luft durch alle Theile des Inſtrumentes erhalten wird; nach dem beſchriebenen Verſuche aber beſtimmt offenbar die Queckſilberſäule *po* den Unterſchied des Druckes der eingeſchloſſenen und der freien Luft. Sobald man nun im Stande iſt, durch die Scale des Inſtruments auch die Abnahme des Volumens zu beſtimmen, die bei der comprimirten Luft erfolgt iſt; ſo wird ſich auch der Barometerſtand daraus berechnen laſſen.

Geſetzt das Volumen der Compreſſionsröhre (ſammt ihrer Kugel) *fgh* werde durch *y* bezeichnet, welche Zahl man ſo beſtimmen muſs, daſs ihre Ein-

heit ein Cylinderraum der genau calibrirten Röhre *fg* ist, dessen Höhe 1 paris. Linie beträgt; hingegen bezeichne v das comprimirte Luftvolumen *ogh*, und δ bedeute die Quecksilbersäule *op* bis zu Hunderteln der Pariser Linie an der Scale *mn* gemessen; endlich sey x der zur Zeit noch unbekannte Barometerdruck. Es wird nun zufolge des Mariotteschen Gesetzes das frühere Volumen der comprimirten Luft, d. i. γ zu dem gegenwärtigen Volumen v verhalten, wie der gegenwärtige Druck, nämlich $x + \delta$ zu dem früheren Druck x. Aus dieser Proportion

$$\gamma : v = \delta + x : x \quad \text{ergiebt sich}$$

$$\gamma - v : v = \delta : x \quad \text{oder} \quad x = \frac{v\delta}{\gamma - v}$$

In dem Instrumente, welches ich zuerst habe einrichten lassen, beträgt das Volumen der Compressionsröhre (die Kugel mit eingerechnet) 330,76''' par. Die Zahlen auf der Scale werden von oben herunter von *n* nach *m* gezählt und entsprechen diesem Volumen; so dass bei o z. B. angegeben wird, wieviel Volumen Luft sich in der gesammten Compressionsröhre von *h* bis o befindet. Auf diese Weise liest man das, was wir oben mit v bezeichnet haben, an der Scale unmittelbar ab. Nennt man also die vom Index *o* angegebene Zahl a und die vom Index *p* angegebene b; so ist $a = v$; und $a - b = \delta$. Setzt man endlich $\gamma = 330{,}76 = m$; so geht die eben gefundene Formel in folgende über $x = \frac{a}{m - a}(a - b)$

Die Rechnungsregel ist also folgende: Man subtrahire die Zahl des Index an der Compressionsröhre von der Zahl, die das Volumen derselben in Pariser

Linien angiebt (330,76); mit dem Reſte dividire man in dieſelbe Zahl, welche man ſo eben abgezogen hatte, und multiplicire den Quotienten mit dem Unterſchiede der Zahlen, die ſich an beiden Anzeigern finden.

Bereits länger als 8 Wochen habe ich dieſes Inſtrument beobachtet und mit einem genauen Greinerſchen Heberbarometer, ſo wie auch mit einem Gefäſsbarometer verglichen. Bei allen mit gehöriger Vorſicht angeſtellten Verſuchen habe ich eine überraſchende Uebereinſtimmung gefunden, und wenn das Differenzialbarometer (ſo wünſchte ich dieſe Art von Inſtrument zu benennen) auch mitunter um eine ganze Linie abwich, ſo überzeugte mich ein unmittelbar darauf folgender Verſuch, daſs die Abweichung irgend einer Unvorſichtigkeit der Beobachtung zuzuſchreiben war. Kleinere Abweichungen um 1 oder 2 Zehntheile einer Linie muſs ich zur Zeit noch auf die der Vollkommenheit noch ermangelnde Einrichtung dieſes Inſtrumentes ſchieben; da ich bis jetzt die Höhen ohne Loupe ableſe und mich auf den einen Nonius nicht recht verlaſſen kann.

Es möge hier noch das Reſultat eines am 6ten März d. J. angeſtellten Verſuches mit dem Differenzialbarometer ſeinen Platz finden, um zugleich eine Ueberſicht der einfachen Rechnung zu geben. Der Index o gab $a = 292{,}73$, der Index p gab $b = 248{,}46$. Es war alſo $m - a = 330{,}76 - a = 38{,}03$ und $\frac{a}{m-a} = \frac{292{,}73}{38{,}03} = 7{,}697$. Da nun auch $a - b = 292{,}73 - 248{,}46 = 44{,}27$; ſo iſt $x = \frac{a}{m-a}(a-b) = 7{,}697 \cdot 44{,}27 = 340{,}74$. Der durch

das Instrument angegebene Barometerstand. Wirklich gab aber auch das Heberbarometer 340,7 und das Gefässbarometer 340,6‴. Ein thermometrischer Unterschied fand nicht Statt, da die Instrumente nebeneinander hingen. Es ist aber an sich klar, dass, wenn ein solcher vorhanden ist, die Correctionen mit der berechneten Höhe auf dieselbe Art vorgenommen werden müssen, wie beim gewöhnlichen Barometer mit der durch das Instrument unmittelbar angegebenen Höhe.

Beim Beobachten dieses Differenzialbarometers sind mehrere Vorsichtsmassregeln zu beachten. Möglichst genaue vertikale Aufstellung vermittelst des Pendels *st* ist die erste Bedingung. Dann ist nothwendig abzuwarten bis das Thermometer *rq*, mit einem frei aufgehängten genau übereinstimmt. Besonders muss das Eingiessen des Quecksilbers durch einen sehr feinen Trichter geschehen; weil das rasche Hineinstürzen desselben eine augenblickliche Compression im Innern des Instruments hervorbringt, welche besonders in dem Augenblick, wo die Röhre *fgh* durch das ansteigende Quecksilber abgeschlossen wird, die Richtigkeit der Angabe stört. Man erhält dann sehr oft die Barometerhöhe durch die Rechnung zu gross. Damit das Instrument nicht auch zugleich als Differenzial-Thermometer wirke, ist sorgfältige Vermeidung alles dessen, was eine zufällige Wärmeveränderung in der Compressionsröhre hervorbringt, durchaus nothwendig. Die über *h* geschlossene hölzerne Hohlkugel ist in dieser Hinsicht gegen die Wärme des Gesichtes, das beim Stellen der Nonien nahe an die Röhre ge-

bracht werden muſs, ein hinreichendes Schutzmittel.

Was übrigens dem Inſtrumente dadurch an Genauigkeit abgeht, daſs die Barometerhöhe jedesmal erſt durch eine Multiplication des hier abgemeſſenen Standes gefunden wird, wobei ſich der Fehler mit multiplicirt, das wird durch einen andern Vortheil wieder aufgehoben, den andere Barometer gänzlich entbehren — und der in der Wiederholung des Verſuches beſteht. Wenn man aus andern Gründen zu vermuthen berechtigt iſt, daſs der Barometerſtand ſich in einem gewiſſen Zeitraume, z. B. in einer Viertelſtunde nicht bedeutend ändert; ſo kann man in dieſer Zeit mit dem Differenzialbarometer an 10 Verſuche machen, deren Mittel den Barometerſtand ſehr genau angiebt. Mein *erſter* Verſuch mit dieſem Inſtrumente, bei welchem ich immer unmittelbar nach dem Ableſen der Höhen *a* und *b* wieder etwas Queckſilber hinzugoſs und in beiden Röhren dadurch einen höheren Stand erhielt, gab mir, da ich in dem Experimentiren noch nicht geübt war, die 6 abweichenden Reſultate: 334,54 ; 332,08 ; 336,10 ; 335,19 ; 335,22. Das Mittel daraus 334,63 ſtimmte aber um eine halbe Linie mit dem wahren Barometerſtande 334,15. Späterhin, als ich dem Inſtrument ſeine Vortheile abgelernt hatte, war die Abweichung des Mittels ſelten mehr als $\frac{1}{10}$ Linie.

Da ich mit dem Erfolge dieſer vorläufigen Beobachtungen zufrieden ſeyn konnte; ſo war ich nun darauf bedacht, ein zweites Inſtrument anfertigen zu laſſen, welches ohne Rechnung durch ſeine Anzeigen

unmittelbar den Barometerſtand in Pariſer Linien angäbe. Die oben gefundene Formel $x = \frac{v\delta}{\gamma - v}$ zeigte den Weg zu der Einrichtung eines ſolchen Inſtrumentes. Setzt man nämlich in dieſer $v = n\gamma$; ſo iſt $x = \frac{n\gamma\delta}{\gamma - n\gamma} = \frac{n}{1-n}\,\delta$. Hieraus ergiebt ſich, daſs wenn man bei jedem Verſuche das Queckſilber in der Compreſſionsröhre zu einem und demſelben ein für allemal beſtimmten Punkte emportreibt, wo alſo v, d. i. der nicht mit Queckſilber erfüllte Raum, eine unveränderliche Gröſse $= n\gamma$ wird; der wahre Barometerſtand x eine einfache Funktion der an der Steigeröhre bemerkten Differenz δ iſt. Nimmt man z. B. an $\frac{n}{1-n} = 4$, alſo $n = \frac{4}{5}$, $v = n\gamma = \frac{4}{5}\gamma$; ſo iſt $x = 4\delta$. Wenn man alſo in der Compreſſionsröhre das Queckſilber ſo weit ſteigen läſst, daſs es $\frac{1}{5}$ ihres Volumens erfüllt; ſo iſt der wahre Barometerſtand viermal ſo groſs als die in der Steigeröhre angegebene Differenz.

Das hier zu Grunde gelegte Verhältniſs ſchien mir für die Einrichtung eines Barometers dieſer Art am zweckmäſsigſten. In Fig. II. iſt *cba* die Compreſſionsröhre, *ed* die Steigeröhre. *lk* die Scale in Viertel-Linien getheilt, mit einem Nonius und Zeiger *m*, der $\frac{1}{10}$ Viertel-Linie angiebt. Der Punkt *h* iſt auf der Compreſſionsröhre zwiſchen den Kugeln *c* und *b* ſo beſtimmt, daſs der unten im Gefäſse *f* befindliche Theil der Röhre, nebſt dem ſichtbaren von *a* bis *h*, $\frac{1}{5}$ des ganzen Volumens dieſer Compreſſionsröhre beträgt. Von dem Punkte *k* aus, der mit *h* in derſelben Horizontalebene liegt, iſt die Scale *kl*

gezählt, aber nur in der oberen Hälfte ausgeführt. Die Viertellinien sind durch die beigefügten Zahlen als ganze gerechnet. Der Gebrauch des Pendels *pq* bestimmt sich von selbst. Das zum Versuche nöthige Quecksilber befindet sich in dem aus Buchsbaumholz gedrehten cylindrischen Gefäfse *f*, welches bei *tv* durch ein Schraubengewinde geöffnet werden kann, und zwar zunächst in einem Beutel von quecksilberdichtem Leder, der durch die Schraube *g* von unten in die Höhe gedrückt werden kann. Die Röhre *cba* und *ed* reichen nicht über den Rand des Dekkels *tv* hinunter und zwar steht die Compressionsröhre tiefer. Zwischen beiden Röhren ist aber noch eine Thermometerröhre *sr* durch den Deckel hindurch gelassen, deren Kugel an der inneren Fläche des Deckels anliegt und nicht so tief reicht als die Röhren. Die Scale dieses Thermometers *sr* ist aber äufserlich sichtbar. Füllt man nun den Beutel, der an dem oberen Rande des unteren Theiles genau anschliefst, mit Quecksilber und dreht die Schraube, so steigt die Quecksilbersäule allmählig in die Höhe. Es tritt eben so, wie bei Fig. I. gezeigt wurde, in beide Röhren und erreicht in der Compressionsröhre bei fortgesetztem Schrauben den Punkt *h*. Nun beobachtet man seinen Stand in der Steigeröhre durch den Zeiger und Nonius *m* und erhält hier durch die entsprechenden Zahlen der Viertellinien den Barometerstand unmittelbar. Zugleich wird durch die Anzeige des Thermometers *rs* die Wärme des Quecksilbers eben so genau bestimmt als bei irgend einem anderen Barometer. Ein zweites Thermometer *no*, dessen Kugel

n zugleich mit *c* in denselben hölzernen Schutzdekkel eingeschlossen ist, (denn dergleichen Deckel sind auch hier über den Kugeln *a* und *b*) wird zugleich angeben, ob die Luft vor der Compression in völligen thermometrischem Gleichgewicht mit der äusseren war und ob sie sich während des Versuches in dieser Hinsicht verändert hat. Oben bei *u*, wo die Röhre offen ist, wird sie mit Schwamm überzogen, theils um das Eindringen des Staubes zu verhüten, theils um bei Versuchen in feuchter Luft, das Eindringen der Dünste zu verhindern. Noch mehr möchte dieser Zweck erforderlichen Falles durch eine kleine mit austrocknenden Salzen erfüllte Vorlage erreicht werden, die man beliebig abnehmen und ansetzen könnte.

Seit ungefähr 8 Tagen habe ich dieses Instrument, das ebenfalls von den oben genannten mechanischen Künstler angefertigt ist. Täglich habe ich es mehrmals mit den beiden anderen Barometern verglichen und die Abweichung jederzeit geringer befunden als $\frac{1}{10}$ einer Linie. Ich will hier nur die Beobachtungen vom 25sten, 27sten und 28sten April anführen. Die erste geschah vor der Versammlung der hiesigen naturforschenden Gesellschaft Abends 8½ Uhr. Das Heberbarometer gab 334,4. Das Differenzialbarometer 334‴,5. Die übrigen machte ich in meinem Zimmer, wohin ich das Heberbarometer noch nicht zurückgenommen hatte. Das Gefäsbarometer gab den 27sten 5 Uhr N. M. 331,1 das Differenzialbarometer 331,2. Den 28sten experimentirte ich 1) um 6 Uhr früh. 2) um 12 Uhr Mittags. 3) um 5 Uhr und 4) 6 Uhr Nachmittags und erhielt die An-

gaben: 1) 333,4 ; 333,6. 2) 334,4 ; 334,6. 3) 334,5 ; 334,5. 4) 334,5 ; 334,5. Die Thermometer stimmten überein.

So viel Uebereinstimmung bei noch nicht ganz vollkommner Einrichtung des Instrumentes läfst allerdings einen glücklichen Erfolg von der Verfolgung dieser Idee erwarten. Herr Greiner jun. *) wird gewifs, zur Zeit, wo dieser Aufsatz ins Publikum kommt, Instrumente dieser Art vorräthig haben; bei denen er die Gefäfse *f* aus Glas zu verfertigen und so einzurichten denkt, dafs die Versendung des Instrumentes durchaus ohne Schaden geschehen und überall von demselben gleich Gebrauch gemacht werden kann.

So wie ich jetzt diese vorläufige Beschreibung meines Instrumentes der gelehrten Welt zur ferneren Prüfung vorgelegt habe, werde ich nicht ermangeln, alle mir dargebotenen Mittel zur genauern Erforschung desselben zu benützen und in diesen Blättern einen getreuen Bericht darüber vorzulegen *).

Berlin, den 28sten April 1824.

E. F. August.

*) Friedrichsgracht N. 49.

*) Ueber die Vorzüge dieses Instrumentes vor den gewöhnlichen Barometern kann im Falle, dafs sie sich als genau bewähren, kaum eine Frage entstehen. Die Wiederholung des Versuches durch Zurück- und Wiederaufschrauben hat mir bis jetzt nur mikroscopische Unterschiede gegeben, die ich absichtlich von der Untersuchung noch ausschliefse, bis ich ein ganz genau gearbeitetes Instrument dieser Art besitzen werde. Nimmt man aber aus solchen Wiederholungen das Mittel, vorausge-

2) Aus einem Schreiben des Hrn. Stabsarzt Dr. Raschig zu Dresden an den Herausgeber.

Am 23. Januar des Jahres 1823 hatten wir hier das merkwürdige Phänomen, daſs das Thermometer in und um die Stadt 27° unter 0 Reaumur zeigte, während auf den benachbarten Berghöhen (unter andern auch auf der Festung Königstein) zur selben Zeit nur — 17° R. beobachtet würden.

Die Erklärung hiervon scheint mir folgende zu seyn: Der Himmel war wie gewöhnlich an so kalten Tagen sehr heiter und windstill. Alle wäſsrigen Dünste in der Luft hatten sich also zu den völlig durchsichtigen Dämpfen (Wassergas einiger Neueren) aufgelöst *). Dieser Auflösung ist unstreitig zum Theil die Kälte zuzuschreiben. Oben auf den Höhen waren nicht so viel Dünste aufzulösen, wie unten in unserem Elbthale, wo man oft Nebel sieht, während von diesen auf den Bergen nichts zu bemerken ist. Daher die niedrige Temperatur im Elbthale. Hiemit stimmt eine andere Erfahrung sehr überein. Im Früh-

*) Ich unternehme es nicht, die genannte Erscheinung zu erklären, da derselben, meiner Ansicht nach, gar mancherlei Ursachen zum Grunde liegen können, über die sich ohne genaue Kenntniſs aller stattgehabten Umstände nicht entscheiden läſst. Ich kann indeſs der Meinung des geehrten Hrn. Verfassers nicht beitreten, weil die Verdunstung, welche bei einer Kälte von — 17° R. (diese Temperatur als die ursprüngliche vorausgesetzt) Statt findet, zu unbedeutend ist und zu langsam geschieht, als daſs dadurch die Temperatur noch um 10° R. erniedrigt werden könnte. Gegentheils ist die Heiterkeit der Luft unstreitig der fast völligen, durch die Kälte bewirk-

jahr erfriert der zu grünen anfangende Weinstock bei Nachtfrösten viel leichter in tieferen Gegenden, als in den höheren Gebirgen.

---

3) Hrn. Arago's neueste Entdeckungen über den Magnetismus.

Hr. Arago hat durch zwei kurze Notizen in dem Annal. de Chim. et Phys. (Decemb. 1824 p. 363 und März 1825 p. 325) einige Versuche angekündigt, die vom *grossen Interesse* für die Lehre vom Magnetismus sind, indem aus ihnen hervorgeht, dass Metalle, welche man bisher noch nicht als magnetisch kannte, es schon durch eine blosse Vertheilung werden können. Ein solcher Magnetismus, wie er sich unter andern im Kupfer zeigt, ist dem eines sehr weichen Eisens gleichzusetzen und findet also nur so lange Statt, als die Magnetnadel in der Nähe desselben verweilt. Er machte sich Hrn. Arago dadurch bemerklich, dass die Schwingungen einer Magnetnadel über mehreren Metallen und vielen anderen Stoffen beträchtlich in ihrer *Amplitude* verringert wurden, ohne merklich an *Dauer* zu verlieren; so dass sie also isochron geschahen. Die zweite Notiz des Hrn. Arago enthält

ten Abscheidung der Wasserdämpfe zuzuschreiben, denen die staubartigen Theile folgten; ich zweifle nicht, dass ein Hygrometer hierüber nicht Aufklärung gegeben haben sollte. Ich glaube auch, der geachtete Herr Verfasser wird mit mir darüber einverstanden seyn, dass jene grosse Kälte mehr als bloss lokal war, und dass solche abnorme Uebereinanderlagerungen der Luftschichten, welche schon häufig beobachtet wurden, den hydrostatischen Gesetzen nicht zuwiderlaufen. R.

einige interessante Corollare zu dieser wichtigen Entdeckung, nämlich: eine in Bewegung gesetzte Magnetnadel kann durch eine unter ihr befindliche Kupferplatte zur Ruhe gebracht werden, und anderseits: läſst man die Kupferplatte sich um eine vertikale Axe schnell nach einer Richtung umdrehen, so folgt die Nadel und kommt bei einem Winkel mit dem magnetischen Meridian zur Ruhe, der um so beträchtlicher ist, als die Rotationsgeschwindigkeit der Kupferplatte gröſser war. Ja die Nadel (welche durch ein Gehäuse vor jedem Luftzug gesichert war) kommt bei hinlänglicher Geschwindigkeit der Platte in jedem Abstande von dieser, zuletzt selbst zu einem völligen Rotiren.

Hr. Dr. Seebeck hat die wenigen Fingerzeige in der ersten Notiz zu einer Untersuchung über diesen Gegenstand benutzt, und in einer am 9ten Juni d. J. vor der hiesigen K. Akademie gehaltenen Vorlesung eine groſse Reihe vielfach abgeänderter und erweiternder Versuche bekannt gemacht. Meiner Anwesenheit bei derselben verdanke ich die Einsicht in diese Klasse von Erscheinungen, die unwillkührlich die früheren Untersuchungen Coulomb's wieder ins Gedächtniſs rufen.

---

4) Vulkanische Hebung in Chili.

Als Seitenstück zu dem, was über das Hervortreten der Küste von Schweden, Otaheiti und den Molucken (dies. Ann. Bd. 78 S. 327 und 443) gesagt worden ist, wird hier noch das folgende Beispiel einer auffallenden vulkanischen Hebung eine schickli-

che Stelle finden. Es ist entlehnt aus den Transactions der Geologischen Gesellschaft zu London (Second Series Vol. 1. part 11), wo p. 415 Frau Maria Graham in einem Briefe an Hrn. Henry Warburton, datirt London am 4 März 1824, einen kurzen aber lehrreichen Bericht über das Erdbeben giebt, welches am 19ten und 20sten Novomber 1822 in Chili so viele Verwüstungen anrichtete. Frau Graham war Zeuge desselben und lebte damals zu Quintero, eine englische Meile weit von der Küste. Es war am 19ten des Abends um ein Viertel nach zehn Uhr, bei ruhigem, mondhellem Wetter, bei welchem man das Südlicht gesehen hatte und über der Andeskette einige Blitze sichtbar waren, als der erste Stoss geschah, und damit eine Erschütterungsperiode eröffnet wurde, die erst im Juli und September des folgenden Jahres gänzlich endete. Dieser erste Stoss wurde von Lima ab, wo ihn die zu *Callao* liegenden Schiffe verspürten, bis nach *Conception* auf eine Erstreckung von 1400 englischen Meilen von Norden nach Süden, und von dem Meere ab, über die Andes hinaus bis zu *Mendoza* und *St. Juan* empfunden. Er zerstörte die Städte *Valparaiso*, *Melipilla*, *Quillota* und *Casa Blanca* fast gänzlich und beschädigte *Santiago* stark.

Wenige Minuten nach dem ersten Stoss geschah ein zweiter aber schwächerer, und von dem Augenblicke an folgten die ganze Nacht hindurch fast beständig innerhalb 5 Minuten zwei Erschütterungen, von denen jede ½ bis eine ganze Minute anhielt. Am 20sten November Morgens um 2, 4 und ein Viertel vor 6 Uhr geschahen drei heftige Stösse und die Erde

zitterte in der Zwischenzeit fast unaufhörlich. Noch erfolgten am 10ten und 25sten December heftige Stöfse; doch wollen wir hier die Erscheinung nicht weiter verfolgen, da diefs aufser unserm Zweck liegt.

Bei den heftigen Erschütterungen hatte man eine Empfindung, als wenn der Boden von Norden nach Süden plötzlich gehoben und darauf fallen gelassen würde; auch verspürte man dann und wann eine Bewegung nach der Quere (transverse motion). Wasser oder Quecksilber in ein Glas gegossen, ward nach jeder Richtung über die Ränder desselben hinausgestofsen; jedoch waren die Möbeln des Hauses, was Fr. Graham bewohnte, nach einem gewissen Grad von Regelmäfsigkeit verrückt, nicht parallel mit den nach Norden und Süden gekehrten (fronted) Wänden, sondern diagonal mit denselben in einem bestimmten Winkel (given angle). Das Geräusch und das Zittern des Bodens hatte Aehnlichkeit mit dem, was Fr. Graham 1818 am Vesuv bei jedem einzelnen Feuerstrahl beobachtete. Das Geräusch glich dem von hervorbrechenden Dämpfen.

Am Morgen des 20sten November waren alle Flüsse und die mit denselben in Verbindung stehenden Seen durch den auf dem Gebirge geschmolzenen Schnee stark angeschwollen. In allen kleinen Thälern war die Erde in den Gärten zerrissen und Sand und Wasser in Menge durch die Risse bis zur Oberfläche gedrungen. In dem aufgeschwemmten Thale von *Viña a la Mar*, war die ganze Fläche mit 4 Fufs hohen Kegeln von Erde bedeckt, die den Wasser- und Sandmassen ihren Ursprung verdank-

ten, welche aus trichterförmigen Löchern unter ihnen, hervorgedrungen waren. An den Wurzeln aller Bäume, zwischen dem Stamm und der umgebenden Erde, waren Löcher zu sehen so groſs, daſs man die Hand hineinstecken konnte, welche dadurch entstanden waren, daſs die Stämme mit groſser Heftigkeit hin und her gerüttelt wurden. Das Bett des Sees von Quintero hatte eine Menge groſser Risse erhalten und der aufgeschwemmte (alluvial) Boden an seinem Ufer war so fein zertheilt, daſs er wie ein Schwamm aussah. Der Spiegel dieses mit dem Meere in Verbindung stehenden Sees war anscheinend sehr stark gesunken. Das Vorgebirge von Quintero besteht aus Granit, der mit einem sandigen Boden bedeckt ist. Der Granit an der Küste ist von parallelen Adern durchschnitten, deren Dicke von einer Linie bis zu einem Zoll wechselt; die meisten derselben sind mit einer weiſsen glänzenden Materie ausgefüllt, einige von ihnen jedoch nur an den Wänden damit bekleidet, und stellen also hohle Spalten dar. Nach dem Erdbeben am 19ten ward der ganze Felsen durch eine Menge neuer, scharfer Spalten zerrissen, die mit den alten nach gleichen Richtungen fortlaufen, aber deutlich von diesen zu unterscheiden sind. Mehrere der gröſseren dieser Spalten lassen sich von der Küste ab bis zu 1½ Meilen gegenüber dem benachbarten Vorgebirge verfolgen, wo gewissermaſsen die Erde von einander klafte und die steinige Basis des Berges bloſslegte.

Es schien am Morgen des 20sten Nov. daſs die ganze Küste von Norden nach Süden, auf einer Strecke von ungefähr 100 englischen Meilen, über ihr früheres

Niveau gehoben worden war. Ich nahm von einem kleinen Hügel bei Quintero herab gewahr, daſs ein Schiffswrack, dem man sich zuvor nicht nähern konnte, jetzt vom Lande her erreichbar war, obgleich es seine Stelle an der Küste nicht verändert hatte. Die (scheinbare) Veränderung des Meeresspiegels betrug zu Valparaiso ungefähr 3 Fuſs, und einige Felsen wurden dadurch neulich bloſsgelegt, auf denen die Fischer die Kammmuscheln sammelten, welche vor dem Erdbeben als nicht daselbst vorhanden bekannt waren. Zu Quintero betrug die Hebung ungefähr 4 Fuſs. Als ich die Küste in Begleitung mit Lord Cochrane untersuchte, „sagt Fr. Graham" fand ich, obgleich es Fluth (high water) war, das alte Bette des Meeres bloſs und trocken gelegt, mit Bänken von Austern und andern Muscheln, die den Felsen anhingen, auf welchen sie gewachsen waren; die Fische waren sämmtlich todt und hauchten sehr widrige Gerüche aus. Ich habe guten Grund zu glauben, daſs die Küste in früherer Zeit auf ähnliche Weise durch Erdbeben gehoben wurde, indem mehrere alte Uferlinien, bestehend aus Schiefer mit Muscheln gemischt, sich bis zu einer Höhe von 50 Fuſs über dem Meere, parallel mit der Richtung der jetzigen Küste, fortziehen. Das Land ist in früheren Jahren von Erdbeben heimgesucht worden; das letzte was von einigen Folgen war, ereignete sich vor 93 Jahren. (Ein Bericht des Herrn F. Place im Journ. of Sc. No. XXXIII p. 38 sagt ebenfalls, daſs der ehemalige Wasserrand der Fluth (high-water mark) nach dem Erdbeben, drei Fuſs über der jetzigen Fluthhöhe liegt).

VII.

Anzeige.

Die *Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte* bestimmte in ihrer letzten Versammlung zum Orte ihrer nächsten (diessjährigen) Zusammenkunft, die freie Stadt *Frankfurt*, woselbst Dr. Neuburg die Stelle eines *Geschäftsführers*, und Dr. Cretzschmar die eines *Secretairs* anzunehmen sich bereit erklärten.

Die statutenmässig nachgesuchte Bewilligung dieser Zusammenkunft, wurde vom Hohen Senate ertheilt; und es sind überdiess von dem gebildeteren Theil des Publikums, welchem eine solche Auszeichnung besonders erfreulich war, Anerbietungen aller Art gemacht worden, den Zwecken der Gesellschaft förderlich zu seyn.

Es werden also diejenigen Naturforscher und Aerzte, die am 18ten September dieses Jahres, als dem gesetzlich bestimmten Tage, der Versammlung beizuwohnen gesonnen sind, dazu mit der Versicherung eingeladen, dass es an freundschaftlicher Aufnahme und zweckmässigen Vorbereitungen nicht fehlen werde.

n 5.

). Am 20. gleiche Decke ist Mittgs in rundl. Cirr. Str. gesondert und wieder gleichf.; Abds auf heit. Grunde unten mehr, oben klein gesond. und Spät-Abds heiter. Heute tritt die Sonne, 10 U. $7\frac{1}{2}'$ Abds, in den)d es hat mithin das Frühlings-Aequinoctium Statt. Am 21. Cirr. Str. ssen runden Massen, sondern sich Tags über mehr und bedecken Abds ds oben heiter, die Wolken an den Horiz. gesunken. Am 22. bis Abds ; dann Sonderung in Cirr. Str. und Spät-Abds heitr. Am 23. früh der , von SO herauf lockere Cirr. Str., oben heitr, Tags rings Cum., oben rde Cirr. Str., diese gehen gegen Abd zusammen, die Cum. gehen in d von Abds ab wolk. Decke. Am 24. Tags über oben, auf heit. Grde Cirr. Str., der Horiz. bel.; Abds gehen diese zu wolk. Decke zusammen, leichf. ist. Am 25. Vormittgs wie gestern, Mittgs bed. Cirr. Str. meist; Graupl.sch., dann wolkige von Abds ab gleiche Decke, Nchmittgs bis-. Regtrpf. Am 26. wolk. Bed. sondert sich früh rundl., Mittgs heiter, viel kleine weisse Cirr. Str., Nchmittgs weisse Cirr. Str. und heitre chselnd und Spät-Abds heiter. Am 27. nach Mittg modif. sich gleiche Cirr. Str. und diese lösen sich auf; Abds zeigen sich nur Cirrus-Flocken runde, diese gehen in verwasch. Cirr. Str. über und Spt-Abds herrscht iche Decke. 4 U. 2' Abds das erste Monds-Viertel.

. Am 28. wolkig bed., früh Duft. Am 29. die Decke senkt sich nach s an den Horiz. und Nchmttgs stehn in SW einz. Cirr. Str.; von Abds ab Am 30. gleiche Decke löset sich Abds schnell auf und Spät-Abds ist Vormittgs Nebl u. Duft. Am 31. Mittgs hat sich wolk. Decke in grosse Massen getheilt, die offnen Stellen dazwischen sind mit Cirrus besetzt; n sich die Massen niedriger gelagert und oben auf heit. Grunde stehen rr. Str.; Spät-Abds heiter und nur am Horiz. zeigen sich einzelne Cirr. te stehet die Sonne in ihrer mittlern Entfernung von der Erde.

---

des Monats: trocken, schöne Tage, heitre Nächte; mässige nördliche he Winde herrschend, auffallend der schnelle Wechsel bedeutender Wärme.

kheiten in ihrem Charakter gleich. Rheumatisch-katarrhalische Affec-ch die unter dem Namen des Croup und des Bauerwetzel bekannten

U HALLE,

R DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barometr bei +10° R. pariser	rm. um. im attn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	335.‴91	.°0	68.°1	SW. 3	sch Mgrth
	12	34. 14	· 0	57. 5	SW. 3	vrm Grpln
	2	34. 00	· 2	64. 7	wsw. 3	tr ez Rgtr
	6	33. 96	· 6	66. 3	SW. 3	trüb
	10	33. 64	· 9	73. 6	W. 2	trüb Mgrth
2	8	29. 37	· 0	70. 2	W. 1	trb Nbl
	12	28. 17	· 3	57. 5	W. 1	heitr
	2	27. 93	· 3	52. 8	W. 1	schön
	6	28. 29	· 8	58. 1	wnw. 1	sch Abrth
	10	28. 36	· 2	71. 5	SW. 1	heitr
3	8	28. 31	· 1	75. 5	wsw. 1	trb Nbl
	12	29. 36	· 9	74. 2	wsw. 1	trüb
	2	29. 59	· 7	66. 7	SW. 1	verm
	6	31. 20	· 3	57. 4	NW. 1	htr Abrth
	10	32. 13	· 3	71. 7	NW. 1	trüb
4	8	33. 11	· 2	79. 9	nnw. 2	trb Duft
	12	33. 18	· 2	78. 4	NO. 2	trüb
	2	33. 40	· 2	80. 2	NO. 2	trüb
	6	34. 08	· 1	77. 6	NW. 2	trüb
	10	34. 55	· 7	81. 6	NW. 2	trüb
5	8	36. 52	· 3	78. 5	nnw. 1	trb Nbl
	12	36. 87	· 8	60. 0	ssw. 1	trüb
	2	36. 90	· 0	67. 2	ssw. 1	schön
	6	37. 34	· 1	59. 2	S. 1	htr Abrth
	10	37. 55	· 0	83. 4	nno. 1	heitr
6	8	38. 54	· 2	81. 5	N. 1	tr Nbl Dft
	12	38. 30	· 5	81. 0	nnw. 2	trb f. Nbl
	2	38. 09	· 3	81. 0	nnw. 2	trüb
	6	37. 95	· 8	84. 8	nnw. 2	trüb
	10	37. 76	· 0	81. 9	nnw. 2	trüb
7	8	37. 14	· 2	72. 7	NW 3	trüb
	12	36. 77	· 7	,9· 7	nnw. 3	verm
	2	36. 70	· 7	45. 1	nnw. 4	verm
	6	36. 94	· 3	45. 5	nnw. 2	vrm Abrth
	10	37. 54	· 7	57. 0	nnw. 2	schön
8	8	39. 40				
	12	39. 40				
	2	39. 35				
	6	40. 09				
	10	40. 14				

Therm.	Hygr.	Wind
+ 92.°8	2617.°28	S
− 50. 5	2280. 27	NO
+ 36. 0	2399. 36	ono
+162. 2	2411. 65	nnw
+240. 5	9708. 56	ono

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasserstand der Saale
1	− 6.°6	− 0.°5	5′ 0″
2	5. 1	+ 5. 0	5 0
3	0. 9	1. 7	5 0
4	0. 4	7. 0	5 0
5	0. 8	6. 8	5 5
6	1. 4	2. 8	5 7
7	0. 6	6. 4	5 4.5
8	0. 0	6. 1	5 3
9	2. 6	3. 1	5 3
10	5. 6	+ 3. 5	5 2
11	3. 8	− 6. 4	5 0
12	1. 9	+ 3. 1	5 0
13	3. 8	− 2. 2	5 1.5
14	5. 2	1. 3	5 0
15	7. 6	4. 6	5 1
16	10. 8	2. 4	4 11
17	8. 3	− 1. 0	4 9
18	6. 9	+ 0. 6	4 9
19	4. 3	1. 8	4 10
20	3. 9	4. 0	4 10
21	1. 9	4. 5	4 10
22	0. 3	2. 4	4 10.5
23	− 2. 3	5. 0	4 10
24	+ 0. 5	7. 7	4 10
25	0. 8	5. 7	4 10
26	1. 1	7. 9	4 10.5
27	+ 0. 8	5. 2	4 11
28	− 0. 3	5. 5	5 2
29	3. 2	10. 0	5 3
30	1. 5	6. 4	5 3.5
31	1. 4	6. 0	5 4
Sma	−74. 0	+99. 8	156′ 5.″5
Mttl	− 2.39	+ 3.22	5. 0.6

Min.	Max.
−10.°8	+10.°0

grösste Veränd. 20.°8

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	3
schön	5
verm	14
trüb	9
Nebel	15
Duft	4
Regen	2
Graupeln	2
Reif	3
Schnee	5
windig	7
stürmisch	4

Nächte	
heiter	15
schön	1
verm	2
trüb	13
Regen	1
Schnee	2
windig	6
stürmisch	2

Mrgrth	11
Abrth	12

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	336.‴669	ono	+ 1.°55	ono	62.°64	ono
Max.	342. 428	nno	+ 9. 1	S	84. 75	nnw
Min.	327. 929	ssw	− 8. 2	N	55. 60	ono
Vränd	14.‴499		17.°3		48. 95	

n g.

). Am 20. gleiche Decke ist Mittgs in rundl. Cirr. Str. gesondert und wieder gleichf.; Abds auf heit. Grunde unten mehr, oben klein gesond. und Spät-Abds heiter. Heute tritt die Sonne, 10 U. $7\frac{1}{2}$' Abds, in den ld es hat mithin das Frühlings-Aequinoctium Statt. Am 21. Cirr. Str. ossen runden Massen, sondern sich Tags über mehr und bedecken Abds lds oben heiter, die Wolken an den Horiz. gesunken. Am 22. bis Abds dann Sonderung in Cirr. Str. und Spät-Abds heitr. Am 23. früh der , von SO herauf lockere Cirr. Str., oben heitr, Tags rings Cum., oben rde Cirr. Str., diese gehen gegen Abd zusammen, die Cum. gehen in d von Abds ab wolk. Decke. Am 24. Tags über oben, auf heit. Grde Cirr. Str., der Horiz. bel.; Abds gehen diese zu wolk. Decke zusammen, leichf. ist. Am 25. Vormittgs wie gestern, Mittgs bed. Cirr. Str. meist; Grauplsch., dann wolkige von Abds ab gleiche Decke, Nchmittgs bis z. Regtrpf. Am 26. wolk. Bed. sondert sich früh rundl., Mittgs heiter, viel kleine weisse Cirr. Str., Nchmittgs weisse Cirr. Str. und heitre chselnd und Spät-Abds heiter. Am 27. nach Mittg modif. sich gleiche Cirr. Str. und diese lösen sich auf; Abds zeigen sich nur Cirrus-Flocken runde, diese gehen in verwasch. Cirr. Str. über und Spt-Abds herrscht iche Decke. 4 U. 2' Abds das erste Monds-Viertel.

. Am 28. wolkig bed., früh Duft. Am 29. die Decke senkt sich nach s an den Horiz. und Nchmttgs stehn in SW einz. Cirr. Str.; von Abds ab Am 30. gleiche Decke löset sich Abds schnell auf und Spät-Abds ist Vormittgs Nebl u. Duft. Am 31. Mittgs hat sich wolk. Decke in grosse Massen getheilt, die offnen Stellen dazwischen sind mit Cirrus besetzt; n sich die Massen niedriger gelagert und oben auf heit. Grunde stehen rr. Str.; Spät-Abds heiter und nur am Horiz. zeigen sich einzelne Cirr. te stehet die Sonne in ihrer mittlern Entfernung von der Erde.

---

des Monats: trocken, schöne Tage, heitre Nächte; mäfsige nördliche he Winde herrschend, auffallend der schnelle Wechsel bedeutender Wärme.

kheiten in ihrem Charakter gleich. Rheumatisch-katarrhalische Affecch die unter dem Namen des Croup und des Bauerwetzel bekannten.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, VIERTES STÜCK.

I.

Beobachtungen über die Intensität des Magnetismus im nördlichen Europa;

von

Christian Hansteen,

Prof. der Astronomie an der Norwegischen Universität.

(Fortsetzung.)

Berechnung der Intensität.

Ist für einen Ort auf der Oberfläche der Erde die magnetische Intensität oder die Resultante der magnetischen Kräfte der Erde $= F$; der Winkel, den dieselbe mit dem Horizonte macht oder die Neigung $= i$; derjenige Theil der magnetischen Kraft, welcher mit dem Horizonte parallel ist und also allein auf den horizontalen Cylinder wirkt, $= f$; die Zeit, in welcher dieser n Schwingungen von einer gewissen Elongation e vollführt, $= T$; und bezeichnet man dieselben Grössen für einen andern Ort der Erdoberfläche mit F_1, i_1, f_1, T_1, so ist

$f = F \,.\, \cos i \,;\, f_1 = F_1 \,.\, \cos i_1 \,;$

aber $f : f_1 = T_1^2 : T^2$

alfo $F \cos i : F_1 \cos i_1 = T_1^2 : T^2$

und $F_1 = F \,.\, \left(\frac{T}{T_1}\right)^2 . \frac{\cos i}{\cos i_1}$

Ift die Anzahl der Schwingungen an beiden Orten verfchieden, oder wurden die Beobachtungen bei verfchiedenen Elongationen angeftellt, fo mufs man, nach der Formel (IV) in der obigen Abtheilung, die Zeit t einer Schwingung in unendlich kleinem Bogen fuchen. Wird diefe an dem erften Orte $= t$, an dem andern $= t_1$ gefunden, fo fetzt man in den obigen Ausdrücken, den Bruch $\frac{t}{t_1}$ ftatt $\frac{T}{T_1}$. Ift nun die Intenfität F an dem erften Orte bekannt, fo wird nach obiger Formel die Intenfität an einem andern Orte gefunden, wenn an beiden Orten die Neigungen i und i_1 bekannt find.

Sind die beobachteten Neigungen i und i_1 mit Fehlern behaftet, fo wird daraus eine Unrichtigkeit in der Beftimmung von F_1 folgen. Diefe wird dadurch gefunden, dafs man i und i_1 als veränderliche Gröfsen betrachtet, und den Ausdruck für F in Bezug auf diefelben differenzirt. Man findet alsdann

$$dF_1 = F\left(\frac{t}{t_1}\right)^2 \left[\frac{\cos i \,.\, \sin i_1}{\cos^2 i_1} \,.\, di_1 - \frac{\sin i}{\cos i_1} \,.\, di\right]$$
$$= F_1 \,.\, \text{tang}\, i_1 \,.\, di_1 - F_1 \,.\, \text{tang}\, i \,.\, di \,.$$

Sind di und di_1 in Minuten ausgedrückt, fo müffen die obigen Ausdrücke noch mit sin 1′ = 0,0002909 multiplizirt werden. Aus diefer Formel ift fichtlich, dafs ein Fehler in den angenomme-

nen Neigungen um so grössern Einfluss auf die Bestimmung der Intensität habe, je grösser die Neigungen selbst sind; wenn z. B. die Neigung $i_1 = 70°$ ist, so hat der Fehler einer Minute in derselben schon einen merklichen Einfluss auf die 4te Decimalstelle in der Intensität (da tang 70°. sin 1′ = 0,000799 ist).

Oben ist bemerkt, dass die Schwingungszeit des Cylinders und also die magnetische Intensität in verschiedenen Jahres- und Tageszeiten verschieden ist. Hat man also Beobachtungen mit einem und demselben Cylinder an zwei verschiedenen Orten zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten gemacht, so kann man, indem man diese vergleicht, eben so wenig erwarten, das Intensitätsverhältniss genau zu finden, als den Höhenunterschied zweier Orte aus ungleichzeitigen Barometerbeobachtungen. Letzterer kann nur durch Vergleich entweder der gleichzeitigen oder mittleren Barometerstände an beiden Orten gefunden werden, und die mittleren Barometerstände müssen aus einer langen Reihe von Beobachtungen abgeleitet seyn. Wäre das Gesetz dieser stündlichen und monatlichen Veränderungen der Intensität bekannt, so könnte man die an beiden Orten beobachteten Schwingungszeiten auf die jährliche Mittelgrösse reduziren und diese darauf vergleichen. Ich finde es höchst wahrscheinlich, dass die monatlichen Veränderungen in genauer Verbindung mit der Temperatur stehen, und besonders die stündlichen Veränderungen gemeinschaftliche Ursache mit den stündlichen Veränderungen der magnetischen Abweichung und des Barometerstandes haben, nämlich eine durch die veränderte Stellung der Sonne verursachte verschiedene Er-

wärmung der Atmoſphäre, die gleichwie ſie in derſelben eine auf das Barometer wirkende tägliche Ebbe und Fluth hervorbringt, auch eine ſchwache elektromagnetiſche Wirkung erzeugt, welche auf die Richtung und die Oscillationsdauer der Magnetnadel Einfluſs ausübt. So lange wir indeſs nicht mit Gewiſsheit die Urſachen und die Geſetze kennen, nach denen ſie wirkt, müſſen wir uns mit einem ganz empiriſchen Verfahren begnügen. Ich habe ein ganzes Jahr hindurch, fünf Mal am Tage, die Zeit von 300 Schwingungen hier in Chriſtiania beobachtet und gefunden, daſs das Minimum der Intenſität oder die längſte Schwingungszeit Vormittags zwiſchen 10 und 11 Uhr eintrifft; das Maximum der Intenſität oder die kürzeſte Schwingungszeit hingegen um Sonnenuntergang, alſo in den Wintermonaten gegen 4 Uhr, in den Sommermonaten zwiſchen 7 und 9 Uhr des Nachmittags. Folgende Tabelle enthält die Mittelzahl der Schwingungszeiten von 10 zu 10 Tagen:

Tag		10½ V.	4½ N.	7 N.
Jan.	5	807″,48	807″,06	807″,12
—	15	807,98	807,96	808,15
—	25	809,10	808,89	808,77
Febr.	4	809,64	809,46	809,56
—	14	809,44	809,92	—
—	24	808,60	808,50	—
März	6	808,94	808,50	808,21
—	16	809,96	809,37	809,19
—	26	810,03	809,28	809,18
April	5	810,96	809,66	809,28
—	15	811,00	810,10	809,85
—	25	810,87	810,21	809,87

Tag		10½ V.	4½ N.	7 N.
Mai	5	810″,99	809″,68	809″,60
—	15	811,41	810,26	810,35
—	25	811,71	810,48	810,58
Juni	4	811,92	811,05	810,69
—	14	811,55	810,81	810,67
—	24	812,51	811,15	810,91
Juli	4	812,25	811,21	811,24
—	14	813,03	812,05	811,97
—	24	812,58	811,29	811,38
Aug.	3	812,80	812,01	811,79
—	13	812,01	811,18	811,17
—	23	812,01	811,07	810,59
Sept.	2	811,94	810,78	811,17
—	12	811,98	811,18	811,02
—	22	811,04	810,46	810,25
Oct.	2	810,46	810,16	809,99
—	12	810,19	809,68	809,52
—	22	810,43	810,00	809,85
Nov.	1	810,42	809,94	809,79
—	11	809,69	809,43	809,11
—	21	809,52	809,11	808,80
Dec.	1	808,65	808,52	808,22
—	11	808,46	808,11	808,05
—	21	808,65	808,39	808,47
—	31	807,71	807,33	807,40

Die Mittelzahl für das ganze Jahr iſt in Chriſtiania = 810″,00; wir wollen annehmen, an einem andern Orte der Erdoberfläche, den ich mit N bezeichne, ſey die Mittelzahl für das ganze Jahr der Zeit von 300 Schwingungen mit demſelben Cylinder $= T$, und in einer gewiſſen Jahreszeit ſey die Zeit von 300 Schwingungen in Chriſtiania $= 810'' + d$, und am Orte $N = T_1$, ſo iſt es wahrſcheinlich, daſs man folgende Proportion annehmen könne:

$$(810'' + d) : 810 = T_1 : T$$

alſo

$$T = T_1 \cdot \frac{810}{810 + d} = \frac{T_1}{1 + \frac{d}{810}}$$

$$\log T = \log T_1 - M \left[\frac{d}{810} - \tfrac{1}{2}\left(\frac{d}{810}\right)^2 + \ldots\right]$$

$$= \log T_1 - d.\ 0{,}000536,$$

wenn $M = 0{,}43429$ (Modulus der Briggiſchen Logarithmen). Den 14ten Juli 10¾ Uhr Vormittags z. B. war $810'' + d = 813'',03$, alſo $d = 3'',03$; hieraus findet man den Reductions-Logarithmus $= -3{,}03 \cdot 0{,}000536 = -0{,}00162$; fände man nun an demſelben Tage und in derſelben Stunde die Zeit von 300 Schwingungen deſſelben Cylinders in Kopenhagen $= T_1 = 792'',49$, ſo iſt

$$\begin{array}{lr} \log T_1 = & 2{,}89899 \\ \text{Reduct. Logar.} & -\ -\ 162 \\ \hline \log T = & 2{,}89737 \end{array}$$

alſo das Mittel des ganzen Jahres in Kopenhagen $= T = 789'',54$. Den 5ten Januar 4¾ Uhr Nachmittags iſt in Chriſtiania $810'' + d = 807'',06$, alſo $d = -2'',94$, und der Reductions-Logarithmus $= + 0{,}00158$. Folgende Tafel enthält dieſe Reductions-Logarithmen.

Tag	10¾ V.	4¾ N.	7 N.
Jan. 5	+ 135	+ 158	+ 154
— 15	+ 108	+ 109	+ 99
— 25	+ 48	+ 59	+ 66
Febr. 4	+ 10	+ 29	+ 24
— 14	+ 30	+ 5	—
— 24	+ 75	+ [illegible]	—

Tag	10¾ V.	4¾ N.	7 N.
März 6	+ 56	+ 80	+ 96
— 16	+ 2	+ 33	+ 43
— 26	— 2	+ 38	+ 44
April 5	— 51	+ 18	+ 38
— 15	— 53	— 5	+ 8
— 25	— 46	— 11	+ 7
Mai 5	— 48	+ 17	+ 22
— 15	— 56	— 14	— 19
— 25	— 81	— 26	— 31
Juni 4	— 103	— 56	— 37
— 14	— 83	— 43	— 36
— 24	— 134	— 62	— 49
Juli 4	— 121	— 65	— 66
— 14	— 162	— 110	— 105
— 24	— 138	— 69	— 76
Aug. 3	— 150	— 108	— 96
— 13	— 107	— 63	— 63
— 23	— 108	— 57	— 82
Sept. 2	— 104	— 42	— 63
— 12	— 106	— 63	— 55
— 22	— 56	— 25	— 13
Oct. 2	— 24	— 8	+ 1
— 12	— 10	+ 17	+ 26
— 22	— 23	+ 0	+ 8
Nov. 1	— 22	+ 3	+ 11
— 11	+ 17	+ 31	+ 48
— 21	+ 26	+ 48	+ 64
Dec. 1	+ 72	+ 79	+ 95
— 11	+ 83	+ 101	+ 104
— 21	+ 72	+ 86	+ 82
— 31	+ 123	+ 143	+ 139

Man erſieht aus dieſen beiden Tabellen, daſs die Intenſität zwar im Ganzen vom Anfange des Jahres an, bis in die Mitte des Monats Juli abnimmt und

darauf bis zum Januar wiederum steigt, daſs aber diese Veränderung eben so wenig ganz regelmäſsig ist, als die monatlichen Veränderungen der Temperatur, welche durch die gröſsere oder geringere Klarheit der Atmosphäre und andere uns unbekannte Ursachen bedeutend abgeändert werden. So nahm die Intensität vom Anfange des Jahres bis zu Anfang des Februars ab, wuchs darauf in dem Monat Februar, und fing an im März abermals abzunehmen. Wahrscheinlich würden diese Unregelmäſsigkeiten wegfallen, wenn man eine Mittelzahl aus den Beobachtungen mehrerer Jahre nähme. Die bisher ausgeführte Reihe von Beobachtungen hat mir gezeigt, daſs die Intensität in einer so genauen Verbindung mit der Temperatur steht, daſs ein niedrigerer Thermometerstand des Morgens immer richtig eine vergröſserte Intensität vorhersagt, und diese wiederum abnimmt, sobald das Thermometer anfängt zu steigen. Es ist also wahrscheinlich, daſs man aus der Temperatur im Augenblicke der Beobachtung eine genauere Correction werde ausmitteln können, und muſs daher bei der Beobachtung den Stand des Thermometers aufzeichnen. Bei meinen jährlichen Beobachtungen hier in Christiania habe ich dieſs auch meistens gethan, und hoffe durch eine genauere Bearbeitung der Beobachtungen das Gesetz des Zusammenhanges dieser beiden Gröſsen auszumitteln. Da ich aber bei den Beobachtungen auf Reisen keine Gelegenheit gehabt habe, die Temperatur aufzuzeichnen, so werde ich bei der Reduction dieser Beobachtungen genöthigt, mich der obenangeführten empirischen und weniger genauen Verfahrungsart zu bedienen. Nach diesen Vor-

bereitungen können wir nunmehr zur Berechnung der Beobachtungen schreiten.

Auf einer Reise durch Deutschland, Frankreich und England in den Jahren 1822 und 1823 hatte Professor Oersted die Gefälligkeit, einen Schwingungsapparat mit dem magnetisirten Stahlcylinder No. 3 mitzunehmen, um mit demselben an verschiedenen Orten Beobachtungen anzustellen. Da die magnetische Kraft dieses Cylinders nicht ganz unveränderlich war, so wird es nöthig, erst zu untersuchen, wie viel er sich auf der Reise verändert habe. Vor der Absendung beobachtete ich hier in Christiania auf freiem Felde die Zeit von 300 Schwingungen sowohl mit dem Dollondschen Cylinder als mit No. 3, und fand denselben im Jahre 1822 den

	Dollond.		No. 3.
4 Sept. 9¾ Vorm. = 817″,14	816″,74	10¾ Vorm. =	794″,60
— 10¾ — = 816,34			
— 4¼ Nachm. = . . .	815,28	3¾ Nachm. =	795,18
11 Oct. 11 Vorm. = . . .	815,50	11½ Vorm. =	793,56
Mittel =	815,84	Mittel =	794,45

Also war das Verhältniss zwischen der Schwingungszeit des No. 3 und des Dollondschen Cylinders = 794,45 : 815,84 = 1 : 1,02692, welches Verhältniss, wie man annehmen kann, den 23sten September 1822 Statt gefunden hat. Nach der Rückkunft nach Kopenhagen beobachtete Professor Oersted im Vereine mit Professor Thune 1823 auf freiem Felde folgende Schwingungen mit diesem Cylinder:

Schwing.	8 September			9 September	
	11^h	11^h	12^h	5^h	5^h
0	42′ 4″	58′ 27″,5	36′ 11″,4	6′ 48″,8	31′ 57″,2
10	29	53,7	38,0	7 14,8	32 22,6
20	55	59 19,7	37 4,0	40,1	48,5
30	43 20,5	45,2	29,7	8 6,5	33 14,5
40	42	60 11,5	55,5	32,0	40,4
50	44 12	36,7	38 21,2	58,2	34 6,1
60	48,3	61 2,5	47,2	9 23,8	31,8
70	45 4	27,8	39 12,7	49,5	57,8
80	29,5	54,2	38,5	10 15,0	35 23,2
90	56	62 20,0	40 4,5	41,5	49,2
100	46 21,3	45,7	30,2	11 6,5	36 14,6
110	47,0	63 11,5	55,5	31,7	40,5
120	47 12,6	37,3	41 21,3	58,2	37 6,3
130	37,5	64 4,2	46,5	12 23,5	31,7
140	48 4,5	28,2	42 13,0	49,5	57,5
150	29,6	54,2	38,2	13 15,0	38 23,2
160	55,2	—	43 3,8	40,0	47,8
170	49 20,5	—	—	14 6,5	39 14,2
180	—	—	—	31,7	39,8
190	—	—	—	57,3	40 5,5
200	—	—	—	15 23,0	30,8
210	—	—	—	48,5	56,8
220	—	—	—	—	41 21,8

Wie groſs die Elongation zu Anfange der Verſuche geweſen ſey, ward nicht aufgezeichnet, ich vermuthe aber, daſs ſie zufolge des von mir mitgegebenen Schemas = 20° war. Da ich die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondſchen Cylinders in Copenhagen überaus wohl kenne, ſo könnte man auf dieſe Weiſe das Verhältniſs zwiſchen den Schwingungszeiten dieſer beiden Cylinder am 8ten und 9ten September 1823 ausmitteln; da aber die Anzahl der Schwin-

gungen in den obigen 5 Beobachtungen verschieden ist, und meine Beobachtnngen mit dem Dollondschen Cylinder immer eine Mittelzahl sieben verschiedener Werthe von 300 Schwingungen zwischen 0 und 360 sind, so ist es nicht möglich, ohne vorhergegangene Reduction nach den Formeln und Tabellen S. 262 u. 270 irgend eine Vergleichung anzustellen. Aus dem Mittel der Beobachtungen des Hrn. Arago in Paris und des Capit. Kater in London habe ich für den Cylinder No. 3 $m = 0{,}99249$ gefunden. Aus der ersten Beobachtung am 8ten September findet man folgende Werthe der Zeit von 150 Schwingungen:

von 0 zu 150 = 6' 23'',6
- 10 - 160 = 6 26,2
- 20 - 170 = 6 25,5

Mittel = 6' 25'',77 = 385'',77

Diese Mittelzahl soll also demjenigen Resultat entsprechen, welches man gefunden haben würde, wenn man den Versuch bei der zehnten Schwingung angefangen und bei der 160sten geendigt hätte, d. i. in der Reduction soll man setzen $e = 20°$. $m^{10} = 18°{,}549$ oder $\mu = 18{,}549$. Wird ferner gesetzt $n = 150$, so hat man aus der Tabelle S. 270:

$\log A = 7{,}0568$
$\log \mu = 2{,}5367$ $n = 150$

9,5935 . . . 0,39

Reductionsfactor = 150,39 $\log k = 2{,}17722$
$\log T = \log 385{,}77 = 2{,}58633$

$\log t = 0{,}40911$

Also ist die Zeit einer unendlich kleinen Schwin-

gung t = 2'',5651. Aus der zweiten Reihe den 8ten September findet man die Zeit von 150 Schwingungen

$$T = 6' \; 26'',7 = 386'',7$$

Da hier nur Ein Resultat für die Zeit von 150 Schwingungen ist, so muſs man setzen e = 20° oder μ = 20. Mit n = 150 wird der Reductionsfactor 150,456, t = 2'',5702 gefunden. Aus der dritten Reihe findet man zwei Werthe für die Zeit von 150 Schwingungen

$$T = 6' \; 26'',8$$
$$25,8$$

Mittel $T = 6' \; 26'',3 = 386'',3$

Setzt man hier e = 20°, m' = 19°,261, n = 150, so findet man den Reductionsfactor = 150,42 und t = 2'',5681. Stellt man diese 3 Resultate der Zeit einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen zusammen, so hat man

t = 2'',5651 (3)
2,5702 (1)
2,5681 (2)

Mittel t = 2'',5669

wo die in den Parenthesen stehenden Zahlen das Gewicht bezeichnen, welches jedem einzelnen Resultate im Mittel gegeben ist.

Aus den Beobachtungen am 9ten September werden folgende Werthe für die Zeit von 150 Schwingungen gefunden:

0—150 . . .	6' 26'',2 . . .	6' 26'',0
10—160 . . .	25,2 . . .	25,2
20—170 . . .	26,4 . . .	25,7
30—180 . . .	25,2 . . .	25,3

40 — 190 . . .	25,3 . . .	25,1
50 — 200 . . .	24,8 . . .	24,7
60 — 210 . . .	24,7 . . .	25,0
70 — 220 . . .	— . . .	24,0
Mittel =	6′ 25″,4	6′ 25″,125

Hieraus wird gefunden:

e	Reductionsfact.	t	Gewicht
15°,956 *)	150,29	2″,5644	(7)
15,367	150,27	2,5629	(8)
	Mittel =	2,5636	

Will man verſuchen, in wiefern die Reductionsmethode genau ſey, ſo kann man auch die zwei letzten Beobachtungen auf eine andere Weiſe berechnen. Man findet nämlich die Zeit von 200 Schwingungen

von 0 bis 200	8′ 34″,2	8′ 33″,6
10 — 210	8 33,7	8 34,2
20 — 220	—	8 33,3
Mittel =	8′ 33″,95	8′ 33″,7

Hieraus findet man:

e	Reductionsfact.	t	Gewicht
19°,261	200,449	2″,5640	(2)
18,549	200,416	2,5632	(3)
	Mittel =	2,5635	

*) Da hier $p = 10$, $r = 7$, $n = 150$ in der Bedeutung S. 268, ſo ſollte man eigentlich ſetzen

$$T = t\left(150 \pm A\mu^2 \cdot \frac{1 - m^{140}}{7(1 - m^{20})} + AB\mu^4 \cdot \frac{1 - m^{280}}{7(1 - m^{40})}\right)$$

und in der 2ten Beobachtung, wo $r = 8$,

$$T = t\left(150 + A\mu^2 \cdot \frac{1 - m^{160}}{8(1 - m^{20})} + AB\mu^4 \cdot \frac{1 - m^{320}}{8(1 - m^{40})}\right)$$

der Fehler der obigen Berechnung iſt aber unbedeutend, wie aus der folgenden Berechnung der nämlichen Beobachtungen erhellet.

welches völlig mit der vorstehenden Mittelzahl übereinstimmt. Aus der Tabelle S. 346 wird die Reduction wegen der Veränderungen der Jahrs- und Tageszeiten gefunden, nämlich für die Beobachtungen den

8 Sept. 12 Mitt. log. 2'',5669 = 0,40941
log Red. = — 92

0,40849 . . 2'',5615

9 Sept. 5½ Nachm. log. 2'',5636 = 0,40885
log Red. = — 58

0,40827 . . 2,5602

Mittel = 2,5609

In Kopenhagen habe ich mit dem Dollondschen Cylinder die Zeit von 300 Schwingungen wie folgt gefunden:

						Zeit von 300 Schwing.		Reduct. Logar.	Reducirte Schwgzeit
1820	Jan.	21,	4½	Nchmttgs	*	785'',71	+	85	787'',25
		24,	12	Mitt.	*	786,03	+	54	787,01
	Febr.	5,	2	Nachm.	*	786,80	+	28	787,30
		16,	11½	Vorm.	*	787,66	+	39	788,37
		16,	5½	Nachm.		786,54	+	55	787,54
1822	Juli	10,	7	Nachm.		790,31	—	85	788,77
		11,	9	Vorm.		790,16	—	149	787,47
		11,	10	Vorm.		791,70	—	149	788,99
		12,	9½	Vorm.		792,49	—	154	789,68
		21,	8½	Nachm.		789,21	—	85	787,66
		22,	9¾	Vorm.		791,23	—	143	788,62
		31,	12½	Mitt.		791,16	—	121	788,95
	Aug.	8,	12½	Mitt.	*	789,65	—	107	787,72
1824	Nov.	13,	12½	Mitt.	*	787,25	+	25	787,70

Mittel = 788,074

Die mit * bezeichneten Beobachtungen sind im Garten des Hrn. Commandeur Wleugel in der

Amalienſtraſse, die übrigen auf Holkens Baſtion in der Nähe der neuen Sternwarte, an der nämlichen Stelle ausgeführt, wo Hr. Profeſſor Thune im September 1823 beobachtete. Die letzte Columne enthält die auf das Mittel des ganzen Jahres reducirten Schwingzeiten, und man ſieht, daſs ſie beſſer als die unreducirten übereinſtimmen. Die kleinen Abweichungen, welche noch gefunden werden, entſpringen nicht aus Beobachtungsfehlern, ſondern aus Unregelmäſsigkeiten in der Intenſität, welche mit dem Zuſtande der Atmoſphäre in der genaueſten Verbindung zu ſtehen ſcheinen *). Die kürzeſte Schwingungszeit ſtellte ſich den 21ſten Januar 1820 um 4½ Uhr Nachmittags ein und betrug = 785″,71, die längſte den 12ten Juli 1822 um 9½ Uhr Vormittags = 792″,49; der Unterſchied dieſer iſt = 6″,78, etwa ſo groſs, wie ich ihn in dieſen beiden Jahreszeiten in Chriſtiania finde. Da ich jederzeit die Mittelzahl ſieben verſchiedener Werthe der Zeit von 300 Schwingungen, nämlich zwiſchen 0 und 300, 10 und 310 . . . 60 und 360 nehme, und immer die Beobachtung mit 20° Elongation anfange, ſo muſs obiges Reſultat demjenigen gleich gelten, was man gefunden haben würde, wenn man die Beobachtungen mit der 30ſten Schwingung angefangen und mit der 330ſten geſchloſſen hätte. Allein bei dem Dollondſchen Cylinder habe ich gefunden

*) Das Mittel auf Holkens Baſtion iſt = 788″,46, in dem Wiengelſchen Garten = 787″,56; der Unterſchied von 0″,9 rührt wahrſcheinlich daher, daſs in dem engen mit hohen Häuſern umgebenen Garten ein geringer Local-Magnetismus Statt fand; weswegen das erſte Reſultat vielleicht der Wahrheit näher liegt.

$m = 0,99284$ (siehe S. 265): setzt man mithin $e = 20°. m^{30} = 16°,12$, $n = 300$, so findet man $\log A = 7,1207$, den Reductionsfactor = 300,335 und die Zeit einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen $t = 2'',6240$. Also war das Verhältniss zwischen der Schwingungszeit von No. 3 und dem Dollondschen Cylinder am 8ten und 9ten Sept. 1823 = 2,5609 : 2,6240 = 1 : 1,02464. Am 23sten September 1822 war aber dieses Verhältniss = 1 : 1,02692; der Cylinder No. 3 hat also vom 23sten Sept. 1822 bis zum 8ten Sept. 1823 (in 350 Tagen) so viel an seiner Intensität verloren, dass seine Schwingungszeiten bis $\frac{102692}{102464} = 1,00224$ von seiner vorigen Grösse vermehrt worden sind, welches für 300 Schwingungen in Christiania etwa 1'',77 betragen wird. Will man unr die Beobachtungen mit No. 3 auf den unveränderlichen Dollondschen Cylinder reduciren, so ist der Reductions-Logarithme am 23sten September 1822 = 0,01154 und am 8ten September 1823 = 0,01057, und da man annehmen muss, dass diese Veränderung der verflossenen Zeit ungefähr proportionirt ist, so kann man für jede zwischen diesen Zeitpunkten ausgeführte Beobachtung den Reductionslogarithmen durch Interpolation finden.

Berlin.

In Berlin hat Prof. Erman mit dem Cylinder No. 3 drei Reihen Beobachtungen am 1 December 1822 zwischen 10 und 12 Uhr des Vormittags in einem dem Französischen Hospital gehörigen, am nördlichen Ende der Friedrichsstrasse gelegenen, grossen Garten, nach einer Uhr gemacht, welche in der Stunde Eine

Secunde verlor. Die Beobachtungen ſind mit einer Elongation von 20° angefangen und bis zur 360ſten Schwingung fortgeſetzt, wodurch man in jeder Reihe 7 Reſultate für die Zeit von 300 Schwingungen erhalten hat, von denen eine Mittelzahl genommen worden. Durch dieſe drei Reihen ward die Zeit von 300 Schwingungen gefunden

	= 738″,75		
	739,17		
	738,76		
Mittel =	738,89		
Correction der Uhr =	+ 0,20		
	739,09	log =	2,86870
Reductionslog. für die Jahrszeit		= +	75
Red. Log. zum Dollondſchen Cylinder 1 Dec.		= +	1138
	760″,03	log =	2,88083

Alſo iſt die mittlere Zeit von 300 Schwingungen des Dollondſchen Cylinders in Berlin = 760″,03. Mit dem Dollondſchen Cylinder fand ich ſelbſt, in Berlin, in dem nämlichen Garten, die Zeit von 300 Schwingungen

am 20 Oct. 1824, 11 Uhr Vormitt. =	760″,80	log =	2,88127
Red. Log. für die Jahrszeit =	—		21
	760″,43	log =	2,88106
am 21 Oct. 1824, 4 Uhr Nachmitt. =	759″,87	log =	2,88074
Red. Log. für die Jahrszeit =	+		2
	759″,91	log =	2,88076

Alſo iſt durch Mittel aus dieſen 2 Beobachtungen die Zeit von 300 Schwingungen

mit dem Dollondſchen Cylinder = 760″,17
mit No. 3 zu jenem reducirt = 760,03

Mittel = 760,10

Folglich ſtimmen die Beobachtungen des Prof. Erman mit den meinigen bis auf 0″,14.

P a r i s.

„Observations relatives au nombres d'oscillations, que fait l'aiguille horizontale de Mr. Hansteen."

Ordre des oscillations	29 Mars 1823				25 Avril 1823			
	I		II		III		IV	
	θ	11h	θ	12h	θ	1h	θ	1h
0	30°	4′ 39″,0	20°	36′ 52″,5	22°	1′ 37″,5	25°	16′ 53″,0
10		5 4.2		37 17,0		2 2,0		17 17,8
20		5 28,8		37 41,5		2 26,2	22	17 42.6
30		5 53.7		38 6,1		2 51,0		18 7,0
40		6 18,4		38 30,8		3 16 3	19.5	18 32 0
50		6 43.2		38 55,4		3 40,5		18 56.3
60	20	7 7,8		39 20,1		4 5,0		19 21,0
70		7 32,5		39 44,5		4 29.2		19 45 6
80		7 57,1		40 9,1		4 53.3		20 10,0
90		8 21,8	10	40 33.4		5 18,3		20 34,6
100		8 46,4		40 58.0	10	5 42,5	12	20 58.8
110		9 10,9		41 22.4		6 7,2		21 23.4
120		9 35,3		41 46,9		6 31,8		21 48.0
130		9 55,0		42 11,6		6 56,0		22 12,5
140		10 19,5		42 36,4		7 20,6		22 37,0
150		10 44,0		—		7 45.0		23 1,8
160		11 8,5		43 25 6		8 9,3		23 26,2
170	10	11 32,9		43 49 6		8 33.5		23 50,6
180		11 57,5		44 14,0		8 58 1		24 14,9
190		12 22,3		44 38.4		9 22.8		24 39,5
200		12 46,7		45 3,0	4	9 47,2	5,5	25 4.0
210		13 11,1		45 27,3		10 12,0		25 28,6
220		13 35,3		45 51,8		10 36,3		25 52,9
230		13 59,8		46 16,3		11 0,8		26 17,2
240		14 24,2		46 40,8		11 25,0		26 41,7
250		14 48,8		47 5,4		11 49,5		27 6,2
260		15 13,3		47 29,8		12 14,0		27 30,5
270		15 37,8		47 54,3		12 38,3		27 54,8
280		16 2,5		48 18 8	3	13 3,0		28 19,5
290		16 26,8		48 43,3		13 27,4		28 44,0
300		—		—		13 51,8	2,5	29 8,2
310		—		—		14 16 3		29 32,6
320		—		—		14 40,6		29 57.0
330		—		—		—		30 21,7
340		—		—		—	20	30 46,0

I et II. „La montre, dont on s'est servi, retardait sur le tems moyen de 0″,72 par heure. Les observations ont été faites à 11$^{h}\frac{1}{2}$ du matin, dans le jardin de l'observatoire, à une grande distance du bâtiment. Le ciel était nuageux; le soleil brillait, mais l'aiguille était dans l'ombre de l'observateur. Le thermomètre de Réaumur à l'ombre marquait + 14°,0 et + 14°,8.“

III et IV. „Le chronomètre, dont on s'est servi, avance de 3″ en 24^{h}, sur le tems moyen. Ciel nuageux; thermomètre à l'ombre + 10°,2 Réaum. Les observations ont été faites dans le jardin de l'observatoire sur la borne placée à l'extrémité méridionale.“

P. Arago.

Bei dieſen vortrefflichen Beobachtungen des Hrn. Arago iſt zu bemerken, daſs in der erſten Reihe den 29ſten März nach Verlauf der 120ſten Schwingung bloſs 8 ſtatt 10 Schwingungen gezählt ſind, ſo daſs die Ordnung der folgenden in dieſer Reihe eigentlich 128, 138 . . . . 288 iſt. In der vierten Reihe den 25ſten April hat Hr. Arago bei der 20ſten Schwingung die Elongation 25° angezeichnet, da dieſs aber nicht in die geometriſche Reihe paſst, die man aus den folgenden in dieſem Verſuche angezeichneten Elongationen ableitet, welche für den Anfang des Verſuches etwa 25° Elongation und für die 20ſte Schwingung die Elongation 22° giebt, ſo vermuthe ich, daſs Hr. Arago in der Eile die Idee, daſs der Verſuch mit 25° Elongation anfing, mit derjenigen verwechſelt habe, daſs die Elongation bei der 20ſten Schwingung = 22° gerade wie beim Anfange des dritten Verſuches war.

Dieſs vorausgeſetzt, finde ich für den Cylinder No. 3 $\log m = 9{,}996857$ oder $m = 0{,}99279$, alſo etwa wie beim Dollondſchen Cylinder. Mit dieſem Werthe von m ſtimmen die berechneten Elongationen zu den von Hrn. Arago beobachteten wie folgt:

Ordnung der Schwingungen		e beobachtet	e berechnet
I	0	30°	30°
	60	20	19,4
	168	10	8,9
II	0	20	20
	90	10	10,4
III	0	22	22
	100	10	10,7
	200	4	5,2
	280	3	2,9
IV	0	25	25
	20	22	21,6
	40	19,5	18,7
	100	12	12,1
	200	5,5	5,9
	300	2,5	2,9
	340	2,0	2,1

Auch hier ſind Reductionen nothwendig, da alle 4 Reihen mit verſchiedenen Elongationen angefangen worden ſind und aus einer verſchiedenen Anzahl Schwingungen beſtehen. Aus der erſten findet man folgende 3 Werthe für 268 Schwingungen

von 0 bis 268 = 10′ 58″,8
10 — 278 = 10 58,3
20 — 288 = 10 58,0

Mittel = 10′ 58″,37 = 658″,37
Correction der Uhr = + 0,13

$T = 658{,}50$

Setzt man hier $e = 30^\circ \cdot m^{10} = 27^\circ{,}906$, oder $\mu = 27{,}906$, $n = 268$, ſo findet man für den obigen

Werth von m den Reductionsfactor = 269,01, und dadurch, daſs T mit dieſem dividirt wird, $t = 2'',4479$.

Aus der zweiten Beobachtungsreihe findet man 3 Werthe der Zeit von 270 Schwingungen, nämlich

von 0 bis 270°	=	11′ 1″,8
10 — 280	=	11 1,8
20 — 290	=	11 1,8
Mittel	=	11′ 1″,8 = 661″,8
Correction der Uhr	=	+ 0,13
		T = 661,93

Setzt man hier $e = 20°$. $m^{10} = 18°,604$, $n = 270$, ſo findet man den Reductionsfactor = 270,45 und $t = 2'',4475$. Alſo iſt durch Mittel aus dieſen zwei Beobachtungen die Zeit einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen $t = 2'',4477$, log = 0,38876

Red. Log. für d. 29. März Mitt. =	—	1
Red. Log. für den Dollondſchen Cylinder =	+	1102
	2″,5106	log = 0,39977

d. i. der Dollondſche Cylinder würde eine unendlich kleine Schwingung in Paris in 2″,5106 machen.

Aus den Beobachtungsreihen III und IV den 25. April findet man folgende Werthe der Zeit von 300 Schwingungen

	III	IV
0 — 300	12′ 14″,3	12′ 15″,2
10 — 310	12 14,3	12 14,8
20 — 320	12 14,4	12 14,4
30 — 330	—	12 14,7
40 — 340	—	12 14,0
Mittel	12′ 14″,33	12′ 14″,62

Hieraus findet man:

	α	Red. Fact.	t	Gewicht
III.	20°,46	300,547	2'',4432	3
IV.	21,63	300,612	2,4437	5

Mittel = 2,4435 log = 0,38801
Red. Log. für d. 25. April 1¼ Nachm. = — 29
Red. Log. zum Dollondschen Cylinder = + 1095

2'',5042 log = 0,39867

Alſo wird die Zeit einer unendlich kleinen Schwingung des Dollondſchen Cylinders in Paris

von I und II = 2'',5106
von III und IV = 2,5042

Mittel = 2,5074

Die beiden letzten Beobachtungsreihen den 25ſten April ſind an einer andern Stelle des Gartens weiter ab von der Sternwarte, als die beiden erſten den 29. März ausgeführt, welches die Urſache der kleinen Differenz iſt, die ſich zwiſchen den Beobachtungen beider Tage findet, wiewohl die an der nämlichen Stelle ausgeführten Beobachtungen faſt völlig daſſelbe Reſultat geben. Solche kleine Localitäts-Wirkungen an naheliegenden Orten ſind nicht ſelten. Will man nun hieraus die Zeit von 300 Schwingungen in Paris, auf meine gewöhnliche Art mit der Anfangs-Elongation 20° ausgeführt, finden, ſo iſt für den Dollondſchen Cylinder der Reductionsfactor für 300 auf dieſe Weiſe beobachtete Schwingungen = 300,335 (ſiehe oben S. 368), und mithin wird dieſe Schwingungszeit = 2'',5074 × 300,335 = 753'',03.

In Paris fand ich ſelbſt, mit dem Dollondſchen Cylinder 1819 die Zeit von 300 Schwingungen am 27ſten Auguſt 4 Uhr Nachmittags = 757'',67 und am 9ten

September 9 Uhr Vorm. = 757″,43. Diese Beobachtungen sind aber im vierten Stockwerke eines Hauses in rue de Bourbon angestellt und folglich ohne Zuverlässigkeit, da ich in der Folge bemerkt habe, dass man bloss durch Versetzung des Apparates aus einem Zimmer in ein andres in dem nämlichen Hause ein verschiedenes Resultat erhält. Bringt man die Reduction für die Jahrs- und Tageszeit an, so bekömmt man aus diesen zwei Beobachtungen 756″,78 und 755″60, wovon das Mittel 756″,19 doch nicht mehr als 3 Sekunden vom Obigen abweicht.

London.

„Observations of the number of oscillations, made by Professor Hansteen's magnetic needle 6th Juni 1823.“

Arc of Vibration	No. of oscillations	Time	Arc of Vibrations	No. of oscillations	Time
30°	0	4h 6′ 37″¾		150	4h 12′ 58¾
	10	7 3¾		160	13 23¾
	20	7 29		170	13 49
	30	7 54¼		180	14 14¾
	40	8 19¾		190	14 40
20	50	8 45		200	15 5
	60	9 11	6°	210	15 30¾
	70	9 35¾		220	15 55½
	80	10 1		230	16 20¾
	90	10 27	4	240	16 46
	100	10 52¾		250	17 11¾
	110	11 17½		260	17 36
	120	11 42¾		270	18 1¾
	130	12 8	3	280	18 26¾
10	140	12 33			

„The watch, with which these observations were made, kept mean time. The place of observation was a large garden in the centre of the Regents Park (latitude 51° 31′ 25″ North) far from any buildings. The sun shone, but the apparatus was placed in the shade."

Henry Kater.

Aus dieſen Beobachtungen finde ich den Werth von $m = 0{,}99219$, welcher Werth die von Capit. Kater angezeichneten Elongationen folgender Maſsen beſtimmt:

Ordnung der Schwingungen.	e beobachtet	e berechnet
0	30°	30°,00
50	20	20,26
140	10	10,00
210	6	5,77
240	4	4,56
280	3	3,33

Für die Zeit von 260 Schwingungen finde ich folgende 3 Reſultate:

0 bis 260 = 10′,58″,25
10 — 270 = 10, 57, 50
20 — 280 = 10, 57, 75

Mittel = 10′,57″,83 = 657″,83

Hieraus findet man den Reductions-Diviſor einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen = 260,932, und alſo dieſe Schwingungszeit

$t = 2'',52104$, $\log t = 0{,}40158$
Red. Log. für die Jahrszeit = — 53
Red. Log. zu dem Dollondſchen Cylinder = + 1083
log 300,335 = 2,47761

log 775″34 = 2,88949

Also ist die Zeit von 300 Schwingungen in London, nach meiner Methode beobachtet, = 775″,34. Mit dem Dollondschen Cylinder fand ich selbst, in London 1819 in einem kleinen Privathause in Shoemaker-Row die Zeit von 300 Schwingungen am 16ten August um 5½ Uhr Nachmittags = 778″,72 und am 18ten August 12½ Uhr Mittags = 779″,58; endlich in Walkers Hotel in Bridge-Street nahe bei der Black-friars-Brücke den 14ten September um 7 Uhr Vormittags = 768″,49. Letztere ist wegen des Magnetismus des Hauses offenbar falsch; reduzirt man die erstere auf das Medium des Jahres, so erhält man 777″,72 und 777″,86, welches nur etwas über 2 Sekunden vom obigen richtigen Resultat abweicht.

Edinburg.

No.	Zeit	No.	Zeit	No.	Zeit
0	3ʰ 16′ 53″	130	3ʰ 22′ 43″	260	3ʰ 28′ 30″
10	17 19½	140	23 9¼	270	28 56¾
20	17 47	150	23 36¼	280	29 23¾
30	18 14¼	160	24 2½	290	29 50¼
40	18 41¾	170	24 29½	300	30 16
50	19 9	180	24 56¼	310	30 43½
60	19 35	190	25 23¼	320	31 9¾
70	20 1¾	200	25 49¾	330	31 36¾
80	20 28¾	210	26 16½	340	32 3
90	20 54¾	220	26 43	350	32 29½
100	21 22½	230	27 9¾	360	32 56½
110	21 49¼	240	27 36¾	370	33 23½
120	22 16¼	250	28 3	380	33 49¾

Die Beobachtung ward den 4ten Juli 1823 gemacht, bei welcher Elongation dieselbe aber angefangen worden, fand ich eben so wenig bemerkt,

als den Namen des Beobachters, den Gang der Uhr, und ob die Beobachtung auf freiem Felde geschahe *). Was die Elongation betrifft, so ist es wahrscheinlich, dass sie anfänglich 30° betrug; denn in einer beigelegten Reinschrift waren die ersten 50 Schwingungen abgeschnitten. Allein aus den Beobachtungen in London ersieht man, dass, wenn die Beobachtung mit 30° Elongation anfängt, diese bei der 50sten Schwingung = 20° ist. Ich vermuthe daher, dass der Abschreiber die ersten 50 Schwingungen weggeworfen habe, um, dem von mir beigefügten Schema gemäss, die Beobachtung mit der Elongation 20° anfangen zu lassen. Da man jedoch aus einer langen Reihe immer ein genaueres Resultat erhält, als aus einer kürzeren, so habe ich die ausgelassenen 50 Schwingungen hinzugefügt. Hieraus findet man nun die folgenden 9 Werthe für die Zeit von 300 Schwingungen.

von 0 bis 300	=	13′23″,00
10 — 310	=	24,00
20 — 320	=	22,75
30 — 330	=	22,50
40 — 340	=	21,25
50 — 350	=	20,50
60 — 360	=	21,25
70 — 370	=	22,25
80 — 380	=	21,00

Mittel = 13′,22″,06 = 802″,06

Da die Elongationen an verschiedenen Stellen der Reihe nicht angegeben sind, so kann der Werth von

*) Hr. Prof. **Oersted** hat mir nachher geschrieben, dass diese Beobachtung von ihm und Hrn. Dr. **Brewster** auf *freiem Felde* gemacht ist.

m nicht gefunden werden; man wird aber nicht ſehr irren, wenn man ihn wie in London = 0,99219 annimmt. Bei der 40ſten Schwingung, welches die mittelſte der obigen 9 iſt, wird alſo die Elongation $e = 30^\circ \cdot m^{40} = 21^\circ 914$. Hieraus findet man den Diviſor = 300,584, und

log 802″,06	=	2,90421
log 300,584	=	2,47797
log 2″6683	=	0,42624
Log. Red. für die Jahrszeit	= —	65
Log. Red. zu dem Dollondſchen Cylinder	= +	1075
log 300,335	= +	2,47761
log 820″26	=	2,91395

Alſo iſt in Edinburg die mittlere Zeit von 300 Schwingungen = 820″26.

Liverpool.

Auf dem nämlichen Papiere heiſst es: „at Liverpool the 15. July 1823 in the house of Dr. Trail 30 (ſoll vermuthlich heiſsen: 300) vibrations 786″.“ Ich habe Grund, zu vermuthen, dieſes Reſultat ſey aus einer geringeren Anzahl von Beobachtungen abgeleitet; denn die meiſten Beobachter haben bei einer kleineren Anzahl inne gehalten und die Zeit von 300 Schwingungen durch eine einfache Multiplication abgeleitet; ſo finde ich für Oxford eine Reihe von 100 Schwingungen, und von den Kopenhagner Beobachtungen, die nicht weiter als bis 200 Schwingungen reichen, war auch die Zeit von 300 Schwingungen auf dieſe Weiſe abgeleitet. Daſs man aber bei dieſem unrichtigen Verfahren immer ein zu groſses Reſultat findet, erhellt daraus, daſs die erſten

100 Schwingungen um ein Paar Sekunden länger als die letzten waren. Da mehrere andre zu einer genauen Reduction nothwendigen Data mangeln, so sehe ich mich zur folgenden Hypothese gedrungen: 100 Schwingungen wären in 262″ beobachtet, die Beobachtung sey zur Mittagszeit gemacht und die erste Elongation sey = 20°. Unter diesen Voraussezzungen und mit demselben Werthe von *m*, der aus den Londonschen Beobachtungen gefunden wurde, findet man die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders = 801″01. Um indeſs zu sehen, wie ungewiſs das Resultat aus der erwähnten Ursache seyn könne, habe ich es in 6 verschiedenen Hypothesen berechnet, nämlich unter der Voraussetzung, daſs die ursprünglichen Beobachtungen 100 mit der Zeit 262″ oder 200 mit der Zeit 524″ waren, und endlich, daſs die Beobachtung um 10¾ des Vormittags oder des Mittags oder Nachmittags um 4¾ Uhr gemacht worden. Hieraus findet man

	Vorm. 10¾	Mittags	Nachmitt. 4¾
100	800″,48	801″,01	801″,55
200	801,72	802,25	802,79

Das Resultat ist also zwischen den Gränzen 802″,79 und 800″,48 d. i. bis 2″,31 ungewiſs; dazu kommt noch der Beobachtungsfehler bei der ersten und letzten Schwingung, wodurch man gar leicht um eine Sekunde im Resultate irren kann, da die Beobachtungen blos in ganzen Sekunden gemacht zu seyn scheinen, und endlich, was noch am schlimmsten ist, die Möglichkeit eines örtlichen Magnetismus des

Hauses. Dessenungeachtet stimmen diese Beobachtungen recht gut mit den übrigen überein *).

Oxford.

In Oxford findet man folgende Beobachtung den 28sten July 1823 aufgezeichnet:

No.	Zeit
0	34''
10	60
20	25
30	51
40	16
50	42
60	7
70	33
80	58
90	23
100	49

Hier ist also die Zeit von 100 Schwingungen = 4',15'' = 255''; hieraus ist, unrichtig geschlossen, die Zeit von 300 Schwingungen: 765''. Die Zeit von 300 Schwingungen von 0 bis 300 würde seyn = 763'',24 und aus einer Mittelzahl von 7 Werthen zwischen 0 und 360 nach meiner Methode = 762'',87; der Unterschied ist also nicht unmerklich. Für die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dollondschen Cy-

*) Ueber diese Beobachtungen erhielt ich später von Hrn Prof. Oersted die Aufklärung, dass sie am Vormittage angestellt wurden, und bloss in der Absicht, dem Dr. Trail dadurch die Beobachtungsmethode zu zeigen. Sie können daher auf keine Genauigkeit Anspruch machen. Die Anzahl der Schwingungen war kleiner als 300, ob aber 100 oder 200 ist nicht gesagt. In der Hypothese es seyen 100 Schwingungen gewesen, wird folglich die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders = 800'',48, welches besser mit der Karte übereinstimmt.

linder werden hieraus folgende 3 Werthe unter nebenſtehenden Vorausſetzungen gefunden:

Vorm. 10¾	Mittags	Nachm. 4¾
779″,26	779″,78	780″,30

Iſt dieſe Beobachtung in einem Hauſe gemacht, ſo kann ſie noch gröſseren Zweifeln unterworfen ſeyn; ſie ſtimmt aber übrigens recht gut mit der Beobachtung in London überein *).

Lieutenant O. W. Erichſen von der norwegiſchen Marine, ein überaus gewandter und genauer Beobachter, erhielt im Jahre 1822 den oben S. 235 erwähnten, angelaufenen, Cylinder, und machte mit demſelben folgende Beobachtungen über die Zeit von 300 Schwingungen mit der Anfangs - Elongation = 20°.

1822,	8 Dec.	1¾	Nachm.	*Chriſtianſand* in einem Garten	= 900″,09 **)
—	— —	2	— —	— — — — — —	= 901, 13
1823,	19 Jan.	1¼	— —	*Mandal* auf einer Raſenbank	= 895, 73
—	— —	0¾	— —	— — einem Granitblocke	= 896, 59
—	7 April	3¼	— —	*Tjos*, ½ Meile ſüdweſtlich von Chriſtianſand nahe bei Flekeröe in einem Garten .	= 902, 90
—	23 Mai	7	— —	*Carlskrona* in einem Garten	= 871, 10
—	4 Juni	7¾	— —	*Lübeck* in einem Garten	= 861, 54

*) Dieſe Beobachtung iſt vom Prof. Oerſted auf *freiem Felde* zwiſchen 2 und 3 Uhr Nachmittags angeſtellt; folglich iſt die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondſchen Cylinders = 780″,3.

**) In einer Stube fand er 910″,23 und 910″,6, was nicht richtig ſeyn kann, und von dem Magnetismus des Hauſes herrühren muſs.

Da die magnetiſche Intenſität dieſes Cylinders veränderlich iſt, ſo wird es nöthig ſeyn, zuvor das Verhältniſs deſſelben zum Dollondſchen zu unterſuchen. Den 26ſten Juni 1822 fand ich in Chriſtiania auf freiem Felde die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dollondſchen Cylinder = 818″,03, mit dem angelaufenen = 891″,2, die Differenz der Logarithmen dieſer beiden Zahlen iſt = 0,03721. Den 21ſten November 1822 war die Zeit derſelben Anzahl Schwingungen an demſelben Orte 813″,99 und 894″,79; die Logarithmen-Differenz = 0,04110. In *Lübeck* fand ich ſelbſt, die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dollondſchen Cylinder den 1ſten November 1824 um 9 Uhr Vorm. = 776″,58 und auf das Mittel des Jahres reduzirt = 776″,20; Erichſens Beobachtung, auf das Mittel des Jahres reduzirt, giebt für den angelaufenen Cylinder eben daſelbſt 860″,82; und die Differenz der Logarithmen dieſer beiden Zahlen = 0,04494. Demnach war der Logarithme der Reduction zum Dollondſchen Cylinder

1822, 26 Juni = — 0,03721
— , 21 Nov. = — 0,04110 148 Tage
1823, 4 Juni = — 0,04494 343 —

Man wird leicht finden, daſs dieſe verſchiedenen Werthe des Reductions-Logarithmen durch folgende Formel dargeſtellt werden können.

$$R = -3721 - 2{,}9122\, t + 0{,}0019217\, t^2$$

wo t die Anzahl der Tage vom 26ſten Juni 1822 bezeichnet, und obige Zahlen Einheiten der 5ten Decimalſtelle ausdrücken. So findet man den Werth von R

8 Dec. 1822 = — 0,04150
19 Jan. 1823 = — 0,04242
7 April — = — 0,04395
23 Mai — = — 0,04475
4 Juni — = — 0,04494

und daraus die Mittelzeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders in

Christiansand = 820'',26
Mandal = 814,29
Tjös = 816,28
Carlskrona = 785,29

Im März 1824 erhielt Lieutenant Erichsen den Cylinder No. 1. (siehe oben S. 240) nebst einem Neigungsinstrumente von Dollond, und vollführte mit demselben folgende Beobachtungen auf einer Reise in Deutschland:

Beobachtungsort	Zeit	Zeit von 300 Schwingg.
Ystadt in einem Garten . .	22 März 4¾ Nachm.	756'',00
Szrim, Stadt an der Wartha .	24 April 9 Vorm.	727,62
an d. *Oder*, 2 Meilen nördlich von Glogau . .	22 Mai 9½ —	729,06
	22 Mai 10 —	727,74
Carolath im Schlofsgarten .	4 Juni 1 Nachm.	733,30
Zelgos, Dorf 2½ Meilen füdlich von Stargard . .	28 Juni 6 —	740,03
Danzig in einem Garten .	5 Juli 7 —	750,19
Marienburg in einem Hofe	7 Juli 9 Vorm.	747,76
Danzig auf einem freien Platze	24 Aug. Mitt.	752,76
Goslina 2½ Meilen nordöstlich von Posen auf einem freien Platze . . .	5 Sept. 4½ Nachm.	741,20
Küstrin in einer Stube .	2 Oct. 11½ Vorm.	743,90

Den 12ten März 1824 um 11½ Vormittags machte der Dollondsche Cylinder in Christiania (in einer

Stube) 300 Schwingungen in 826″,55 und No. 1. an derselben Stelle 802″,30, also ist der Reductions-Logarithme = + 0,01293. Nach Beendigung der Reise machte an derselben Stelle den 10ten December der Dollondsche Cylinder um 11 Uhr Vormittags 300 Schwingungen in 824″,58 und No. 1. um 11½ Uhr in 805″,35; also der Reductions-Logarithme = + 0,01025. In 273 Tagen hat demnach der Reductions-Logarithme um 0,00268 abgenommen. Wird der Reductions-Logarithme = R gesetzt, so ist folglich

$$100000\, R = 1293 - t \cdot 0{,}9817$$

wo t die Anzahl der Tage ist, vom 12ten März 1824 an gerechnet. Dadurch wird die Mittelzeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders gefunden in

	Ystad	=	779″,26
	Szrim	=	748,07
nahe bei	*Glogau*	=	748,83
	Carolath	=	752,65
	Zelgos	=	759,66
	Danzig	=	769,79 771,06
	Marienburg	=	765,97.*
	Goslina	=	759,68
	Küstrin	=	762,43.*

Außer diesen Intensitäts-Beobachtungen hat Hr. Lieutenant Erichsen auch Beobachtungen über die Neigung an folgenden Orten angestellt:

Ystad in einem Garten . . .	21 März	3½	Nachm.	70°,13′,5
— in einer Stube	22 —	7	—	70, 11,4
Beuthen an d. Oder in einer Stube	9 April	4	—	68, 25,0
Carolath (Schloss) im Garten .	17 —	1	—	68, 20,1
Danzig in einem Garten . . .	9 Juli	6	—	69, 41,3

Danzig auf einem freien Platze . .	24 Aug.	Mittags	69°,47',5
Stettin in einer Stube	8 Oct.	2½ Nachm.	69, 7, 2

Durch eine grofse Menge Beobachtungen mit diesem Inftrumente habe ich gefunden, dafs eine einzelne Beftimmung mit demfelben, beftehend aus 32 einzelnen Ablefungen mit den gewöhnlichen 4 Umwendungen der Nadel und 2 Umwendungen des Limbus die Neigung genau bis auf 5 höchft 10 Minuten giebt, und da Hr. Lieutenant Erichfen alle diefe Vorfichtsregeln genau beobachtet hat, fo bin ich überzeugt, dafs obige Refultate auch zwifchen den eben angeführten Gränzen ficher find.

Meine eigenen Beobachtungen habe ich immer mit dem Dollondfchen Cylinder ausgeführt. In gebirgigen Ländern, wie Norwegen und Schwedens füdweftliche Küfte, ift es fehr fchwierig, die *wahre Intenfität* zu beftimmen, wenn man darunter diejenige verfteht, welche einzig aus der Lage des Ortes gegen die Magnetaxen der Erde erfolgt, alfo von dem örtlichen Magnetismus der Umgegend befreit ift. In den folgenden Beobachtungen wird man Anomalien von 10″ bis 86″ finden, wie in der ganzen umliegenden Gegend von Chriftiania, in *Findaas* im Stifte Bergen und dem nahe liegenden Gebirge *Siggen*, auf *Lövftakken* bei Bergen, auf dem *Johnsknuden* bei Kongsberg u. f. w. Wenn auch die Bergart, aus welcher ein Gebirge befteht, blofs $\frac{1}{100}$ Procent Eifen enthält, ift diefs fchon hinreichend, eine bedeutende Lokalwirkung auf die magnetifchen Inftrumente, befonders auf die hori-

zontalen Schwingungen hervorzubringen. Ich will diese Anomalien in zwei Klassen theilen. Diejenigen *der ersten Art* erstrecken sich nur auf einen kleinen Kreis umher, so dass man an Orten, die wenige Schritte aus einander liegen, Unterschiede in der Abweichung von 10 bis 20 Graden und, in der Zeit von 300 Schwingungen, Unterschiede bis auf ganze Minuten findet. Diese zeigen sich besonders auf dem Gipfel hoher konischen Felsen, wo man, indem man sich an verschiedene Seiten der höchsten Spitze stellt, häufig sehr bedeutende Abweichungen bemerkt. Diejenigen *der zweiten Art* erstrecken sich auf mehrere Meilen im Umkreise und gehören also der ganzen Gegend. Da es für die Theorie des Erdmagnetismus eine sehr wichtige Frage ist, welche erst unsre Nachkommen durch Vergleichung ihrer Beobachtungen mit den unsern entscheiden können, ob nämlich die mittlere jährliche magnetische Intensität in der Länge der Zeit, wie die Neigung und Abweichung, Veränderungen unterworfen ist, so ist es nothwendig, dass jeder Beobachter seinen Beobachtungsort genau angebe, oder noch besser, sich durch Beobachtungen an mehrern Stellen in der Umgegend überzeugt, dass keine örtlichen Wirkungen der ersten Art Statt finden. Zu diesem Zwecke habe ich Beobachtungen an verschiedenen weit von einander entlegenen Orten in der Gegend von Christiania angestellt. In der folgenden Tabelle bezeichnet *A* eine Stelle auf Madame Niemanns Wiese 200 Schritt vom Hause, *B* eine Stelle auf Consul Dury's Wiese, etwa 400 Schritt vom Gebäude, *C* eine Stelle auf dem Eise in Pipervigen zwischen Ladegaardsöen und der Festung Agers-

huus, *D* die Mitte von Madame Niemanns Garten 100 Schritt vom Hause, *E* eine kleine Felsenspitze auf Groſshändler Meyers Vorwerke ein Paar hundert Schritt vom vorigen Ort. An dieſen Stellen wurde im Jahre 1820 folgende Zeit für 300 Schwingungen gefunden, von welchen diejenigen in der letzten Columne auf das Mittel des ganzen Jahres reducirt ſind.

A.	27 Mai	7¼ Nachm.	= 814″,95	. .	814″,35
D.	4 Juli	4¾ —	= 813,59	. .	812,38
E.	5 —	11¾ Vorm.	= 817,44	. .	815,19
B.	13 Sept.	6¼ Nachm.	= 815,17	. .	814,22
A.	19 —	9¾ Vorm.	= 815,59	. .	814,25
A.	19 —	10 —	= 816,20	. .	814,87
A.	5 Oct.	11½ —	= 815,60	. .	815,23
A.	5 Oct.	11¾ —	= 816,03	. .	815,66
B.	5 Oct.	12½ Mitt.	= 815,27	. .	815,08
C.	19 Dec.	12¾ —	= 812,69	. .	814,20
C.	19 —	1¼ Nachm.	= 812,60	. .	814,12
				Mittel =	814″,50

Das Mittel aus allen Beobachtungen in *A* giebt 814″,87, in *B* = 814″,65, in *C* = 814″,16, in *E* = 815″,9. Dieſe kleinen Abweichungen ſind nicht ſo groſs, als daſs ſie nicht völlig aus der unſichern Reduction wegen der Jahreszeit erklärt werden könnten. Die Beobachtung im Garten *D* weicht mehr ab; aber folgende ſpätere Beobachtungen an derſelben Stelle zeigen, daſs auch dieſe Abweichung zufällig iſt.

1822,	Juni	26,	10 Vorm.	818″,03 .	815″,57
	Juli	4,	5¾ Nachm.	817,30 .	816,08
	Sept.	4,	9¾ Vorm.	817,14 .	815,19
	Sept.	4,	10¾ —	816,34 .	814,38
	Oct.	11,	11 —	815,50 .	815,29
	Dec.	23,	2 Nachm.	812,94 .	814,76
1823,	Mai	31,	4⅔ —	815,98 .	815,16
	Juni	1,	11 Vorm.	817,20 .	815,40
	Aug.	7,	6¼ Nachm.	814,47 .	812,92
	Aug.	8,	10¾ Vorm.	815,96 .	813,56
	Aug.	8,	11¼ —	814,97 .	812,57
	Aug.	8,	11¾ —	815,73 .	813,37
				Mittel =	814″,52

welches mit dem Obigen völlig übereinſtimmt. Durch Mittel der Beobachtungen eines ganzen Jahres 5 Mal täglich in einer Stube habe ich die Zeit für 300 Schwingungen eben daſelbſt im Jahre 1820 = 810″,00 gefunden, und da ich durch eine groſse Menge Beobachtungen das Verhältniſs der Schwingungszeit in dieſer Stube zu dem gleichzeitigen auf freiem Felde, wie 1 : 1,00589 gefunden, ſo ergiebt ſich hieraus die Mittelzeit von 300 Schwingungen auf freiem Felde in Chriſtiania = 814″,76, was bis auf ſehr Weniges mit den beiden obigen Mittelzahlen übereinſtimmt *).

*) Die Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittel rührt allein von der unſichern Reduction wegen der Jahreszeit und dem veränderlichen Zuſtande der Atmoſphäre her; denn bei der Art, wie ich die Beobachtung ausführe, wird ein Beobachtungsfehler von $\frac{1}{10}$ Sekunde eine Seltenheit ſeyn. Um zu finden, wie groſs die wahrſcheinliche Unſicherheit einer ſolchen reducirten einzelnen Beſtimmung der mittleren jährlichen Schwingzeit ſey, habe ich nach den Regeln der Wahr-

Die ganze Gegend von Christiania besitzt in einer Ausdehnung von mehreren Meilen im Umkreise einen *örtlichen Magnetismus* von der *zweiten Art*. Aus dem Folgenden wird es sich zeigen, dass die der Lage Christiania's zukommende Schwingezeit etwa 832″ seyn würde; wir haben sie aber oben = 815″, also etwa 17″ zu klein gefunden. Um aufzufinden, wie weit sich diese Oertlichkeit erstrecke, habe ich an folgenden Stellen, die in grössern Entfernungen von der Hauptstadt liegen, Beobachtungen angestellt.

	Meile				Beobachtete	Mittlere
Ryenberg	¼ SO	1820	9 Sept.	12¾ Mitt.	820″,07	818″,58
Lindöen	¼ S	1822	25 Mai	5½ Nachm.	816,60	816,11
Naesodden	1 SSW	—	16 Juni	Mittags	817,87	816,36
Bogstad	1 NW	—	19 Mai	8 Nachm.	810,01	809,56
Bogstad-Aas	1 NW	1820	3 Juni	10 Vorm.	826,53	824,21
Ravnsborg	1¾ WSW	1823	24 Aug.	4½ Nachm.	821,54	820,47
Bärum	2 WNW	1822	10 April	2¼ Nachm.	827,04	827,16
Trögstad	3½ NO	1821	9 Dec.	11 Vorm.	822,29	823,84

Zu *Johnsrud*, welches kaum ¼ Meile NW von

scheinlichkeits-Theorie die obigen beiden Reihen berechnet und von der ersteren, 1820, den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Bestimmung = 0″,565 und des Mittels von allen 11 = 0″,17 gefunden; ferner von den 12 Bestimmungen 1822 und 1823, den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Bestimmung = 0″,7396, und aller 12 = 0,21; und von den 12 Bestimmungen in Kopenhagen (oben S. 369) 0″,5268 und 0″,14. Also kann man durch Mittel aus diesen 3 Resultaten annehmen, der wahrscheinlichste Fehler bei einer einzelnen Bestimmung sey = 0″,61, und es werden 37 Beobachtungen erfordert, um ihn auf 0″,1, 9 um ihn auf 0″,2, 4 um ihn auf 0″,3 u. s. w. zu bringen, sodass also die wahrscheinlichste Ungewissheit des Mittels 814″,51 aus allen 23 Beobachtungen in Christiania seyn = 0″,127 sollte.

Bärum liegt, ist die Zeit von 300 Schwingungen = 841″,5 und an allen nördlicheren Punkten noch gröſser; zu *Bragnäs*, etwa 2 Meilen SW von Ravnsborg = 848″,6. An der Oſtſeite des *Chriſtianiafjords* iſt auch die Schwingezeit weiter gen Süden, wo ſie nach der Regel abnehmen ſollte, z. B. zu *Sooner* = 826″,8. Erſt zu *Quiſtrum* in Schweden iſt ſie ungefähr von derſelben Gröſse, wie in Chriſtiania. Man ſieht alſo, daſs auf der ganzen Strecke von etwa 4 Quadratmeilen, welche Chriſtiania umgiebt, die Schwingungszeit zu klein, alſo die Intenſität zu groſs iſt; ſowohl ſüdlich als nördlich von dieſem Flächenraume iſt ſie bedeutend gröſser, und der Uebergang plötzlich.

Ich will nunmehr meine Beobachtungen auf verſchiedenen Reiſen in Norwegen, Dänemark, Schweden und einem Theile Deutſchlands anführen. Die mit * bezeichneten ſind in Häuſern gemacht und daher nicht ganz zuverläſſig, da man gewöhnlich ſogar in einem und demſelben Hauſe verſchiedene Reſultate in jedem Zimmer ſelbſt dann findet, wenn kein eiſernes Geräth in der Nähe des Inſtrumentes zu entdecken iſt. So finde ich in dem hölzernen Hauſe, welches ich bewohne, in der einen Stube 815″, in einer andern 810″, in einer dritten 826″; im Garten, einige Schritt nördlich vom Hauſe, 810″ und je weiter das Inſtrument vom Hauſe entfernt wird, deſto mehr nähert ſich die Schwingzeit dem Wahren, nämlich 815″, welches erſt in einem Abſtande von über 100 Schritt eintrifft. Lieutenant Erichſen's Beobachtungen in Chriſtianſand zeigen dieſelben Anomalien, ebenſo meine Beobachtungen in London

und Paris; man wird im Folgenden mehrere Beweise des Magnetismus der Häuser finden.

Beobachtungsort	Zeit	Zeit von 300 Schwingg.
Friedrichshall in Marres Hause	1819, Dec. 25, 9½ Vorm.	819″,97*
Quistrum bei Lundgreen	— 27, 8¾ Nachm.	814,38*
	— 28, 8 V.	813,11*
	— 28, 12½ M.	815,46*
	— 28, 4½ N.	813,77*
	— 28, 7 N.	812,54*
Hede in einer Stube	— 29, 9¾ N.	808,26*
Gothenburg bei Madame Silverling	— 30, 5¾ N.	809,54*
Qvibille in einer Stube	1820, Jan. 1, 7½ V.	789,34*
Helsingborg bei Munthe	— 2, 8¾ V.	788,73*
	— 2, 11¾ V.	788,64*
Helsingöer in einer Stube	— 2, 4½ N.	787,06*
Kopenhagen siehe oben		
Friedrichsburg Just. Nielsens Garten	— 27, 10¾ V.	785,11
Soröe Frau Borchs Garten	— 31, 10¾ V.	789,86
Helsingöer in einer andern Stube wie vorher	Febr. 21, 10 V.	783,51*
Helsingburg in derselben Stube	— 21, 2 N.	788,94*
Gothenburg in Gotha-Käller	— 24, 10 V.	810,67*
Quistrum ein Garten dicht vor dem Hause	— 25, 11 V.	814,00*
Skieberg Pfarrhof im Garten	— 26, 5½ N.	825,18
Kongsberg Tillischs Garten	Aug. 16, 2¾ N.	845,56
	— 18, 10 V.	847,41
	— 18, 2¾ N.	848,16
außen vor dem Garten	1821, Juni 23, 7 N.	840,18
an der Pulvermühle	1820, Aug. 17, Mitt.	846,73
an der Armengrube	— 18, 11½ V.	839,53
Jehnsknuden	— 18, 3¾ N.	860,70
Bolkesjö	1821, Juni 24, 7¾ N.	835,86
Vik	— 25, 10¾ V.	839,41
Tindsöen	— 25, 5¾ N.	835,76
	— 25, 5½ N.	835,78
Örnäs	— 26, 7¾ V.	831,63
Ingolfsland	— 26, 4¾ V.	834,87
	— 28, 12¾ M.	834,95
Miland	— 29, 9¾ V.	835,88
Tind Pfarrhof	— 30, Mitt.	837,56
Midböen	Juli 1, 5 N.	838,07

Beobachtungsort	Zeit	Zeit von 300 Schwingg.
	1821,	
Rögsland	Juli 3, 6½ Vormit.	840″,36
Nörsteböe	— 3, 4½ Nachm.	841,57
	— 3, 5 N.	840,60
Holmekjärn	— 5, 1¾ N.	834,46
	— 5, 2¼ N.	833,65
Mauersäter	— 6, 9 V.	831,73
Eisjord	— 7, 11 V.	855,18
Ullensvang	— 8, 11 V.	843,50
	— 8, Mitt.	842,65
Johnaes-Tangen . .	— 10, 7¾ V.	846,64
Gjermundshafen	— 10, 3 N.	847,99
Kaarevigen	— 11, 10 V.	841,11
Findaas beim Pfarrhofe . .	— 12, 9 N.	862,60
Siggens Gipfel . .	— 13, 12¼ Mitt.	927,06
Siggens westlicher Fuss	— 14, 5¾ N.	839,50
Folgeröe Hafen, Ostküste der Bömmel-Insel . .	— 17, 2¾ N.	837,79
Engesund	— 17, 6¾ N.	842,51
Bekkervig	— 18, 6 V.	852,83
Bratholmen, lille Sartoröe	— 18, 4 N.	841,36
Bergen		
im Fort *Friedrichsberg*	— 19, [illegible] N.	851,51
	— 24, 11¾ V.	853,26
	— 26, 10¾ V.	852,43
200 Schritt westlich von *Friedrichsberg* .	— 25 Mitt.	853,60
	— 26, 11¾ V.	852,33
Lunggaards See .	August 1, 4½ N.	851,21
Lyderhorn am Sturmplatze	Juli 23, 12½ Mitt.	845,69
Lövstakken nahe an der Warte	— 25, 8 N.	906,34
Haugs beim Küster Harbitz	August 3, 9¼ N.	847,07
Bolstadören	— 4, 5½ N.	849,71
Evanger	— 4, 9¾ N.	847,76
Vossevangen	— 5, 9½ V.	853,43
Tvinde	— 5, 2¾ N.	851,10
Staleim	— 6, 8¼ V.	851,59
Leirdalsören	— 7, 7¼ V.	858,84
Leirdals Pfarrhof . . .	— 7, 11¼ V.	854,77
Maristuen auf dem Filefjeld	— 9, 7½ V.	857,79
Nyestuen auf dem Filefjeld	— 9, 12¾ Mitt.	855,19
Vangs Pfarrhof in Valders	— 10 11 V.	847,99
Slidre Pfarrhof in Valders	— 11 9 V.	856,14
Tumlevold	— 12 7 V.	845,53
Grans Pfarrhof . . .	— 13 3¼ N.	843,51
Moe in Jevnager . .	— 14 8 V.	850,23
Sundvold	— 14 2¼ N.	843,81
Johnsrud	— 14 5¼ N.	842,73
Hurdahls Glashütte, auf dem Eise des zugefrornen Stroms	Dec. 8, 3 N.	825,51

Beobachtungsort.	Zeit	Zeit von 300 Schwingg.
	1821,	
Trögstad in Ullensager . .	Dec. 9, 11 Vorm.	822'',29
	1822,	
Bärum	April 10, 2¼ Nachm.	827,04
Sundby	Juni 27, 7¾ N.	827,83
Sooner . . . . . {	— 27, 10¾ N.	828,84
	— 28, 7¼ V.	830,60
Friedrichshall, Marres Garten	— 28, 9 N.	831,37
Böe	— 29, 10¼ V.	825,61
Altorp } in Schwed.	Juli 1, 8 V.	818,61
Oedskjölds-Moen } in Schwed.	— 1, 9 N.	817,17
Elleöen bei Laurkullen .	— 7, 5 N.	828,20
Kopenhagen, siehe oben .		
Soröe, Frau Borchs Garten bei der Akademie . .	— 14, 11 V.	794,04
	— 14,* 2 N.	791,92
Godtoskjär, Bauerhof bei Odensala Hafen nahe bei Niddingen in Schweden	Aug. 17, 2¼ N.	811,03
Korsel Hafen bei Jomfrueland	— 23, 5¼ N.	825,56
Helgeraae	— 24, 2½ N.	823,82
Stubberud	— 24, 8 N.	819,55
Solerud	— 25, 10 V.	828,58
	1823,	
Konnerud-Kollen bei der Grube *Wedels Eie* . .	Aug. 23, Mitt.	877,10
Auestad bei Drammen .	— 24, 10½ V.	854,26
Bragnäs Kirche ein Paar 100 Schritt südlich von derselben auf einer Sandschicht . . .	— 24, 11½ V.	850,74
Ravnsborg in einer Stube	— 24, 4¼ N.	821,54*
	1824,	
Friedrichsvärn, Kochs Garten	Sept. 24, 4¾ N.	813,91
Friedrichshavn, Lonstrups Garten	— 27, 1 N.	808,40
	— 27, 2¾ N.	808,50
Aalborg, V. Bruves Garten	— 29, 8 V.	806,61
Sporring Krug zwischen Randers und Aarhuus .	— 30, 1 N.	800,27
Aarhuus, Schukanis Garten	— 30, 4 N.	796,16
Hovedkroe zwischen Aarhuus und Horsens . .	Oct. 1, 11¼ V.	798,86
Weile, Worchs Garten .	— 2, 7 V.	794,31
Apenrade, Hartmeyers Garten	— 3, 7½ V.	786,83
Gehlau, Krug zwischen Apenrade und Flensburg ,	— 3, 11 V.	788,36
Schleswig, Sormanis Garten .	— 4, 7 V.	783,34
Remmels in einem Garten .	— 4, 4 N.	782,99
Elmshorn, Stadt Hamburg im Garten	— 5, 11¾ V.	779,41

Beobachtungsort	Zeit	Zeit von 300 Schwingg.
	1824,	
Altona, Prof. Schumachers Garten in der Palmaille	Oct. 6, 10¾ Vormitt.	776,43
auf einer Insel in der Elbe	— 9, 10 V.	774,94
(Regen und Wind) .	— 9, 10½ V.	775,30
Berlin im Garten des Französischen Hospitals, in der Friedrichsstrasse .	— 20, 11 V.	760,80
	— 21, 4 N.	759,87
Lübeck ausserhalb der Stadt im Garten an Herrn Ives Gartenhaus . .	Nov. 1, 9 V.	776,58
Plöen *) Stadt Hamburg im Garten	— 2, 9¾ V.	780,79
Preetz, Hr. Priens Garten	— 2, 3¾ N.	778,86
Schleswig an demselben Orte wie vorher . .	— 4, 2¾ N.	785,33
Kolding, Garten am Stadtthore	— 6, 4 N.	788,81
Odense, Schlossgarten .	— 9, 10 V.	793,56

*) Diese und die folgenden 4 Beobachtungen sind nach einer Sekundenuhr des Herrn Urb. Jürgensen angestellt, deren Gang etwas ungleichmässig ist.

Im Mai erhielt Dr. Naumann aus Dresden (gegenwärtig Professor an der Universität in Leipzig) den Cylinder No. 4. und eine Sekunden-Taschenuhr von Hrn. U. Jürgensen in Kopenhagen und stellte damit auf einer Reise in unsern Gebirgsgegenden folgende Beobachtungen an:

Beobachtungsort	Zeit	Zeit der Schwingungen 100	200
Buskerud, Collets Garten .	— —	279'',5	557''
Johnskunden	— —	318,5	633
Kongsberg, Zimmermanns Garten	— —	279,2	556,3
Skrimfjeld	— —	294,5	588
Rolloug	21 Mai	280,2	55[illegible]
Synhovedet bei Rolloug, 4000 F.	— —	281	560,8
Eje	25 —	279	556,8
Ejesfjeld in 4500 Fuſs Höhe	26 —	277,5	551,5
Daglie	28 —	279,5	556,5
Torpe	30 —	281,5	559,5
Haaui in Valders , . .	2 Juni	284,5	567,5
Urland	5 —	284,0	565,9
Voſſevang	8 —	286,5	571
Ullensvang	10 —	281,8	561,3
Age-Nuten 4500 Fuſs, bei Ullensvang . . .	11 —	282	561,7
Vigör	14 —	284,8	567
Bergen			
Groſshändler *Frieles* Hof	— —	283,5	564
Madame *Bugges* Hof	— —	284	565,5
Zu *Nyegaard* {	— —	286,8	571
	— —	287	572
Auf dem Wege nach dem *Flöien*	— —	286	570
Am Forte *Friedrichsberg*	— —	285	568
Auf *Lövſtakken* . .	— —	282,8	562,7
Lindaas	— —	282,5	562,5
Evenvig, Mittel aus 2 Beobachtungen . . .	— —	285	567,1
Yttre Sulen an der Nordküſte	— —	285,3	568,4
Steinſund-Inſel . . .	— —	285,5	569
Pollefjeld auf Sulen . .	— —	289	574,5
Askevold Pfarrhof . .	— —	288,5	574,3
Vilnäs auf Hatleöe . .	— —	288,3	574,1
Sougeſund auf Hatleöe . .	— —	288,5	575
Alden Inſel	— —	285,5	567
Bueland Inſel . . .	— —	285,2	567,8
Sveen im Dalsfjord . .	— —	286,6	571,7
Quamsheſt, Gipfel von 4000 F. Höhe bei Sveen . .	— —	285	566,7
Förde Pfarrhof . . .	13 Juli	287,7	573,2
Jölſter Pfarrhof . . .	— —	284,5	566,2
Gloppen	— —	288,6	575,5
Indvig	— —	288,2	574,5
Horningdal	— —	288,6	576,3
Hälſylta	— —	289,7	577,5
Nordal Pfarrhof . . .	— —	291,3	581,5
Veblungnäs in Romsdal .	— —	291	579,8
Fladmark	— —	289,2	576,3
Nyeſtue in Romsdal . .	— —	289	576,3

Beobachtungsort	Zeit	Zeit der Schwingungen 100	200
Fogstue auf dem Dovre .	— —	287",3	572",3
Jerkin, 2 Beobachtungen .	— —	283,6	565,6
Foldals Kirche . . .	— —	287	571,3
Kongsvold	— —	288,3	574,6
Drivstuen	— —	287,7	573,2
Riise	— —	287,5	573,6
Näverdal, 3 Beobachtungen .	— —	288,1	573,6
Stöa	— —	288,5	575
Riise, 2 Beobachtungen .	— —	288,3	574,6
Göra in Sunddal	— —	289,4	575,9
Tofte auf dem Dovre, 2 Beobachtungen . . .	— —	288,3	574,3
Vaage in Guldbrandsdalen, 2 Beobachtungen . .	— —	288,5	574,8
Förde Pfarrhof	26 Aug.	288,3	573,9
Vinje bei Voss	— —	284,7	567,1
Vossevangen an einem andern Orte wie oben . .	16 Sept.	284	565,8
Nyestuen auf dem Filefjeld .	— —	286	570,2
Skougstad in Valders . .	— —	287	570,8
Haavi in Valders . . .	24 Sept.	285,6	569
Smedshammer in Hadeland .	— —	282,7	563,5
Sundvold	— —	282	561,5

Der Cylinder No. 4 machte hier in Christiania in meinem Garten vor der Abreise, den 7 Mai Mittags, 300 Schwingungen mit 30° Elongation, in 803",03 und nach der Rückkehr an dem nämlichen Orte, den 11 Oct., in 815",50. Bei einem Unterschiede von 12",5 ist es vielleicht nicht sicher anzunehmen, dass die Veränderungen den Zeiten proportional sind. Um zu entdecken, ob diese Veränderung plötzlich oder allmählig eingetreten sey, habe ich des Hrn. Prof. Naumann's Beobachtungen mit den meinigen an allen den Orten verglichen, wo wir beide beobachtet haben. Hr. Prof. Naumann zeichnete die Sekunde zu Anfange des Versuches (30° Elongation), bei der 100sten und bei der 200sten Schwingung an; die Differenz zwischen dem ersten und zweiten Zeitmomente ist also die Zeit von 100 Schwingungen, zwischen dem ersten

und dritten die Zeit von 200 Schwingungen, wie sie in vorstehender Tabelle gefunden werden. Addirt man diese beiden Zahlen zu einander, so hat man die Zeit von 300 Schwingungen. Setzt man die Zeit der ersten 100 Schwingungen $= T$ und der nächsten 100 von der 100sten bis zur 200sten $= T'$, so ist diese Summe $= 2T + T'$, und sie muss etwas grösser seyn als die Zeit von 300 Schwingungen von 0 bis 300. Da aber der Fehler, den man hiebei begeht, bei allen Beobachtungen der nämliche bleibt, so hat er keinen Einfluss auf das Resultat. So war in Christiania den 7 Mai Mittags die Zeit

der ersten 100 Schwingungen		= 269″,3	
der ersten 200 - -		= 536,7	
	Summe	= 806″,0 log	= 2,90634
	Log. Red. für die Jahreszeit	=	— 20
			2,90614
der Dollondsche Cylinder 814″,76 log		=	2,91103
	Log. Red. zum Doll. Cylinder	=	+ 489

Auf dieselbe Weise finde ich für *Kongsberg*, wo ich Naumann's Beobachtungen als den 12ten Mai angestellt annehme *), 300 Schwingungen von No. 4 = 835″,5, des Dollondschen durch Mittel = 843″,85, also den Logarithmen der Reduction zum Dollondschen Cylinder = + 432. In *Ullensvang* war den 10 Juni die Zeit von 300 Schwingungen mit No. 4 = 843″,1 und, auf das Mittel des Jahres reducirt, = 841″,73,

*) Es ist Schade, dass Hr. Prof. Naumann nicht überall den Tag und die Tageszeit für die einzelnen Beobachtungen angegeben hat; zu einer genauen Reduction ist diese Angabe nothwendig.

des Dollondſchen (Mittel des Jahres) = 840″,7, alſo der Reductionslogarithme = — 53. Hieraus ſieht man alſo, daſs der gröſste Theil der Veränderung des Cylinders zwiſchen dem 12ten Mai und dem 10ten Juni eingetroffen iſt. Muthmaſslich iſt ſie plötzlich geſchehen, und rührt vielleicht davon her, daſs der Cylinder auf dem Gebirge einen Fall erlitt, indem eine ſolche Erſchütterung immer eine plötzliche Verminderung ſeiner Kraft erzeugt. Hr. Prof. Naumann bemerkt, daſs zwiſchen den Beobachtungen in *Vaage* und dem Pfarrhofe *Förde* den 26ſten Auguſt der Cylinder naſs geworden ſey und Roſtflecken bekommen habe, und vermuthet, daſs die Verminderuug der Intenſität davon herrühre; daſs ſich aber die Intenſität des Cylinders in der Folge nur wenig verändert habe, erhellt daraus, daſs zu *Haavi* die Zeit von 300 Schwingungen den 2 Juni = 852″ und den 24 Sept. = 854″,6 war, welche, auf das Mittel des Jahres reducirt, (vorausgeſetzt, beide ſeyen zur Mittagszeit gemacht) 850″,53 und 853″,89 geben. Der Unterſchied der Logarithmen dieſer beiden Zahlen iſt = — 171 (als Einheiten der 5ten Decimale), welcher Unterſchied, auf 114 Tage vertheilt, die tägliche Veränderung des Reductionslogarithmen = — 1,5 giebt. Ebenfalls war im Pfarrhofe *Förde* die Zeit von 300 Schwingungen den 13 Juli = 860″,9 und den 26 Auguſt ebendaſelbſt = 862″,2; werden beide auf die jährliche Mittelgröſse reducirt, ſo findet man die Differenz der Logarithmen = — 122, welches, auf 44 Tage vertheilt, die tägliche Veränderung = 2,77 giebt. Endlich war in Chriſtiania den 11ten October für No. 4 die Zeit

der ersten 100 Schwingungen = 273″,8
" " 200 " " = 545,4

Summa = 819″,5
500 Schwingungen des Dollondschen = 815,51

also der Logarithme der Reduction zum Dollondschen Cylinder = — 240; den 10 Juni ward er in *Ullensvang* = — 53 gefunden, welches die tägliche Veränderung = — 1,52, übereinstimmend mit dem aus den beiden Beobachtungen in Haavi Gefundenen, giebt. Folgende kleine Tabelle enthält die Werthe der verschiedenen Epochen der Reductionslogarithmen während der Reise nebst seiner Veränderung für Einen Tag, woraus erhellt, daſs die Veränderung des Cylinders vom 2 Juni bis 11 October ziemlich regelmäſsig gewesen ist.

Ort	Tag	Red. Log. zu Doll.	Veränderung in 1 Tage
Christiania	7 Mai	+ 488	— 11,2
Kongsberg	12 Mai (?)	+ 432	— 22,5
Haavi	2 Juni	— 41	
Ullensvang	10 Juni	— 53	— 1,5
Christiania	11 October	— 240	— 1,52

Wüſste man nun den Tag, an welchem jede der Beobachtungen des Prof. Naumann angestellt worden, so könnte man aus obiger Tabelle den Logarithmen der Reduction zum Dollondschen Cylinder und mithin seine Schwingungszeit ziemlich genau finden. In Bergen z. B., wo sich Prof. Naumann vom 14ten bis 22sten Juni aufhielt, will ich die Beobachtung am Fort *Friedrichsberg* als den 19ten Juni angestellt annehmen; hieraus findet man den Reductionslogarithmen zum Dollondschen Cylinder = — 66. Die Zeit

von 300 Schwingungen war = 285″ + 568″ = 853″. Hieraus findet sich die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders = 851″,71 und auf das Mittel des Jahres reducirt = 850″,14. Mit dem Dollondschen Cylinder fand ich selbst, an demselben Orte den 25 und 26 Juli 1821 die Zeit von 300 Schwingungen = 853″,60 und 852″,33, welches auf das Mittel des Jahres reducirt 851″,51 und 849″,59 oder im Mittel 850″,55 giebt, was bloſs 0″,4 von Naumann's Beobachtung abweicht. Da aber der Tag bei den meisten der obigen Beobachtungen nicht angegeben ist, so bleibt kein anderer Ausweg, um doch ein etwaniges Resultat dieser fleiſsig angestellten Beobachtungen zu finden, als die Veränderungen des Reductionslogarithmen mit gleichen Differenzen auf die Beobachtungen von Bergen bis Förde (vom 22 Juni bis 13 Juli) und von Förde durch Romsdalen und über Dovre zurück nach Förde (vom 13 Juli bis 26 August) zu vertheilen. Wahrscheinlich hat Prof. Naumann noch sein Tagebuch aufbewahrt, und ist also im Stande, diese nothwendigen Data mitzutheilen, wodurch die Resultate in der Folge genauer berichtigt werden können.

Zur bessern Uebersicht habe ich alle obige Schwingungsbeobachtungen gesammelt, zum Dollondschen Cylinder und auf das Mittel des Jahres reducirt. Da die meisten Punkte in Norwegen unbekannte Orte sind, die nicht auf den gewöhnlichen Landkarten gefunden werden, so habe ich nach der Pontoppidanschen Karte von Norwegen die Breite und Länge aller

daselbst verzeichneten angegeben, was zur leichtern Aufsuchung und zur Uebersicht ihrer gegenseitigen Lage dienen kann. Diese Lagen sind zwar oft um mehrere Minuten unsicher, aber diese Ungenauigkeit ist für unsern jetzigen Zweck von keiner Bedeutung.

Die Zeit von 300 horizontalen Schwingungen mit dem Dollondschen Cylinder auf das Mittel des Jahres reducirt.

Ort	Breite	Länge Ferro	Zeit von 300 Schwingg.
Oersted's Reise			
Berlin	52° 32′	31° 2′	760″,03
Paris	48 50	20 0	753,03
London	51 31	17 34	775,34
Edinburg	55 58	14 29	820,26
Liverpool	53 22	14 43	801,6
Oxford	51 46	16 24	779,8
Erichsen			
Christiansand	58 8	25 43	820,3
Mandal	58 1	25 9	814,3
Tjos			816,3
Carlskrona	56 7	33 13	785,3
Ystad	55 26	31 28	779,3
Szrim	52 7	34 48	
Glogau, 2 Meilen nördlich an			748,1
der Oder	51 43	33 36	748,8
Carolath	51 46	33 37	752,7
Zelgos *)	53 11	32 48	759,7
Danzig	54 21	36 18	770,4
Marienburg	54 2	36 42	766,0 *
Goslina	52 34	34 43	759,7
Küstrin	52 35	32 40	762,4 *

*) Unter der angeführten Breite und Länge, so wie überhaupt in ganz Pommern, giebt es kein Dorf, Namens *Zelgos*; dahingegen liegt ein solches ungefähr 2¼ Meilen südlich von *Stargard* in *Westpreussen*, auf der Landstrasse von *Küstrin* nach *Danzig*. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass dieses *Zelgos* (*Zelgosc*) das unsrige ist, und dass der Irrthum durch eine Verwechslung des Stargard in *Pommern* mit dem in *Westpreussen* entstand. Zelgos liegt beiläufig unter 53° 49¾′ Breite und 36° 6¾′ Länge. Ich habe diess zu spät bemerkt, um es noch auf der Karte verbessern zu können. *P.*

Ort		Breite	Länge Ferro	Zeit von 300 Schwingg.
Hansteen				
Christiania		59° 55'	28° 25'	814'',76
Friedrichshall	1819	59 8	29 4	821,7 *
	1822			830,3
Quistrum	1819	58 27	29 25	816,1 *
	1820			815,4
Hede		57 58	29 48	810,8 *
Gothenburg	1819	57 42	29 38	812,2 *
	1820			812,1
Quibille		56 47	30 30	791,6 *
Helsingburg	1820	56 3	30 23	791,1 *
	1820			790,0 *
Helsingöer	1820	56 2	30 18	789,8 *
	1820			784,6 *
Kopenhagen		55 41	30 15	788,08
Friedrichsburg		55 56	29 58	785,9
Soröe	1820	55 27	29 14	790,6
	1822			790,4
Skieberg		59 14	28 51	826,7
Kongsberg	1820	59 40	27 20	845,4
	1821			839,3
Pulvermühle				845,1
Armengrube				837,8
Johnsknuden	1821			859,5
Bolkesjö		59 43	27 0	834,9
Vik				836,8
Tindofen				834,6
Oernäs				829,1
Ingolfsland		59 53	26 28	833,4
Miland		59 56	26 36	833,4
Tind Pfarrhof		60 0		835,7
Midböen				836,8
Rögsland				838,0
Nörsteböe		60 20	26 17	839,8
Holmekjärn		60 17	25 24	832,8
Maursäter		60 25	25 3	829,3
Eifjord				852,6
Ullensvang		60 20	24 18	840,7
Johnnäs-Tangen				843,8
Gjermundshafen		60 3	23 52	846,2
Kaarevigen		59 45	23 7	838,2
Findaas		59 45	22 54	861,7
Siggens Gipfel				824,2
— Fuſs				837,4
Folgeröe Hafen		59 48	22 56	835,9
Engesund		59 55	22 53	840,7
Bekkervig		60 1	22 50	851,0
Bratholmen		60 21	22 47	839,5

Ort	Breite	Länge Ferro	Zeit von 300 Schwingg.
Bergen			
Fort *Friedrichsberg* .	60° 24'	22° 57'	850'',1
aufserhalb *Friedrichsberg*			850,5
Lunggaards See . .			849,3
Lydörhorn, 1255 Fuſs			843,7
Lövſtakken, 1524 Fuſs			904,7
Haugs	60 27	23 18	845,2
Bolſtadören	60 32	23 43	847,7
Evanger	60 33	23 52	845,9
Voſſevangen	60 38	24 10	850,6
Tvinde	60 42	24 11	849,1
Staleim	60 52	24 19	848,9
Leirdalsören . . .	61 10	25 29	856,3
Leirdals Pfarrhof . . .	61 8	25 30	852,2
Mariſtuen	61 2	25 54	855,3
Nyeſtuen	61 8	25 59	853,2
Vangs Pfarrhof . . .	61 6	26 23	845,6
Slidre Pfarrhof . . .	61 5	26 49	853,9
Tumlevold	60 51	27 38	843,7
Grans Pfarrhof . . .	60 22	28 12	842,3
Moe	60 14	28 11	848,3
Sundvold	60 4	28 7	842,6
Johnsrud	59 57	28 19	841,5
Hurdal	60 26	28 49	827,3
Trögſtad	60 8	28 56	823,8
Sundbye . . . 1822	59 36	28 35	826,8
Sooner	59 32	28 25	827,8
			828,1
Böe	59 7	29 7	823,2
Altorp	58 53	29 54	816,3
Oedſkjölds-Moen . .	58 50	29 52	816,0
Elleöen	59 19	28 20	826,7
Godtskjär bei Odenſala .	57 26	29 43	809,9
Korſet bei Jomfrueland .	58 49	27 12	824,5
Helgeraae	58 59	27 34	822,7
Stubberud	59 4	27 55	818,9
Solerud	59 21	28 9	826,5
Konnerud-Kollen . . 1823			875,5
Aueſtad	59 49	27 53	852,1
Bragernäs Kirche . . .	59 49	27 53	848,6
Ravnsborg	59 52	28 17	820,5*
Friedrichsvärn . . 1824	59 0	27 44	813,5
Friedrichshavn . . .	57 27	28 13	808,1
Aalborg	57 3	27 36	806,0
Sporring Krug . . .			799,9
Aarhuus	56 10	27 54	796,0
Hovedkrug			798,3
Welle	55 43	27 12	793,9
Apenrade	55 3	27 6	786,4
Gohlau Krug			787,9

Ort		Breite	Länge Ferro	Zeit von 300 Schwingg.
Schleswig		54° 31′	27° 15′	783,0
				785,5
Remmels		54 7	27 18	783,0
Elmshorn		53 46	27 18	779,1
Altona Schumachers Garten		53 33	27 33	776,1
Elbinsel				774,9
Berlin		52 32	31 2	760,4
				759,9
Lübeck		53 51	28 21	776,2
Plöen		54 9	28 6	780,5
Preetz		54 13	27 57	779,0
Kolding		55 27	27 0	789,1
Odense		55 24	27 59	793,7
Naumann				
Buskerud				845,5
Johnsknuden				961,3
Skrimfjeld				891,3
Rolloug		59 59	27 5	844,0
Synhovedet				846,3
Eje		60 6	26 53	838,5
Ejesfjeld				831,2
Daglie		60 18	26 26	837,4
Torpe		60 40	26 47	841,5
Haavi	Juni	61 7	26 42	851,2
	Sept.			850,4
Urland		61 0	24 55	849,2
Voss	Juni	60 38	24 10	856,5
an einem andern Orte	Sept.			846,9
Age-Nuten bei Ullensvang				842,7
Vigör		60 18	24 5	850,7
Bergen		60 24	23 57	
Nyegaard				857,1
Flöifjeldet				854,7
Lövstakken				844,2
Friedrichsberg				851,7
Lindaas		60 43	23 8	843,5
Evenvig		60 58	23 8	850,6
Yttre-Sulen		61 4	22 45	852,1
Stenfund Infel		61 3	22 52	852,9
Pollefjeld				861,8
Askevold Pfarrhof		61 24	23 7	861,1
Vilnäs		61 22	22 58	860,7
Sougefund		61 22	23 11	861,7
Alden Infel		61 22	22 50	850,7
Bueland Infel		61 17	22 44	851,2
Sveen				856,4
Quamshest				849,8
Förde Pfarrhof	Juli	61 32	23 48	858,9
	Aug.			858,8

Ort	Breite	Länge Ferro	Zeit von 300 Schwingg.
Jölster Pfarrhof	61° 35′	24° 10′	848″,6
Gloppen	61 51	24 6	861,9
Indvig	61 49	24 34	860,4
Horningdal	61 59	24 33	862,6
Hälſylta	62 7	24 54	864,8
Nordal	62 18	25 13	870,3
Vebhungsnäs	62 31	25 39	868,3
Fladmark			862,9
Nyeſtuen in Romsdal			862,7
Fogſtuen auf dem Dovre	62 5	27 9	856,9
Jerkin auf dem Dovre	62 12	27 29	846,5
Foldal Kirche	62 7	27 57	855,5
Kongsvold	62 18	27 36	860,0
Drivſtuen	62 26	27 41	858,0
Rüiſe	62 31	27 41	858,1
			859,8
Növerdal	62 42	28 6	858,7
Stöa	62 32	28 21	860,4
Göra im Sunddal	62 35	27 2	862,1
Tofte auf dem Dovre	61 58	27 10	859,3
Vaage	61 51	27 4	860,8
Vinje in Voss	60 52	24 22	848,2
Nyeſtuen	61 8	25 59	852,1
Skougſtad	61 10	26 12	853,7
Smedshammer	60 29	28 14	841,9
Sundvold	60 4	28 7	839,2

Prof. Naumann's Beobachtungen ſind nicht auf das Mittel des Jahres reducirt. Da die meiſten in den Monaten Juni, Juli und Auguſt angeſtellt ſind, ſo würde die Zeit von 300 Schwingungen durch dieſe Reduction ungefähr 1 Sekunde kürzer werden. Wenn die erſten 10 Beobachtungen, bei welchen die Veränderung des Cylinders ſo groſs war, ausgenommen werden, ſind die übrigen ohne Zweifel bis auf ein Paar Sekunden ſicher, und dieſe Ungewiſsheit kann innerhalb weit engerer Gränzen gebracht werden, wenn Prof. Naumann die Gefälligkeit hat, die Beobachtungszeit an jedem Orte mitzutheilen. Davon kann man ſich auch durch Vergleichung der Naumann-

schen Beobachtungen in Bergen, zu Voss, bei Nyestuen auf dem Fillefjeld, in Valders und zu Sundvold mit den meinigen an denselben Orten überzeugen, wo diese unsre Bestimmungen nur um 1 bis 2 Sekunden von einander abweichen. Auf dem *Johnsknuden* bei Kongsberg und dem *Lövstakken* bei Bergen weichen wir bedeutend von einander ab; darüber muss man sich aber nicht wundern, da man auf hohen konischen Gebirgen gewöhnlich ein sehr abweichendes Resultat findet, wenn man bloss das Instrument an verschiedene Seiten des höchsten Gipfels stellt.

Zur Erleichterung der Uebersicht dieser Beobachtungen habe ich auf der beigefügten Karte, so weit es der Platz gestattete, die wichtigsten Orte eingetragen und die Zeit von 300 Schwingungen beigeschrieben. Man sieht, dass sie sich ohne Zwang, besonders in weniger gebirgigen Ländern, in ein regelmässiges System bringen lassen. In Norwegen und Schweden sind dagegen die örtlichen Wirkungen so gross, dass man nur mit Hülfe der Menge der Beobachtungen und durch den höchst wahrscheinlichen Parallelismus der Linien, die Regel von den Ausnahmen scheiden kann. In *London* ward z. B. durch Capit. Kater's Beobachtung die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dollondschen Cylinder = 775″,3 gefunden; in *Altona* und *Lübeck* fand ich 774″,9 und 776″,2; in der Nähe dieser 3 Punkte kann man mithin eine Linie ziehen, welche alle die Orte bezeichnet, wo der Cylinder 300 Schwingungen in 775″

macht. In *Oxford* war die Schwingungszeit = 780″,3, in *Elmshorn* = 779″,1, in *Plöen* = 780″,5, in *Preetz* = 779″,0. Hieraus wird die Lage der Linie für 780″ bestimmt. In *Liverpool* war die Schwingungszeit = 800″,5, in *Sporring-Krug* in Jütland = 799″,9, im Hafen *Odenfala* in Schweden = 809″,9, in *Quibille* in einer Stube = 791″,6, und in *Helfingburg* = 790″,5; hieraus sieht man, daſs die Schwingungszeit in *Quibille* zu klein ist. Ich habe daher die Linie für 800 durch Liverpool, Sporring-Krug und etwas nördlich von Quibille gezogen. In *Edinburg* war die Schwingungszeit = 820″,3, in *Christianfand* = 820″,3, in *Böe* nahe bei Friedrichshall = 823″,2, in *Altorp* in Schweden = 816″,3; ich habe daher die Linie für 820″ durch Edinburg, Christianfand und zwiſchen Böe und Altorp gezogen. Die Linie für 750″ geht etwas ſüdlich von Paris zwiſchen *Carolath*, *Szrim* und *Goslinga;* die Linie für 760″ durch *Berlin* zwiſchen *Zelgos* und *Küſtrin* und etwas ſüdlich von *Marienburg* u. ſ. w. Man ſieht, daſs dieſe Linien ein regelmäſsiges Syſtem ausmachen und ungefähr parallel ſind, was auch das Geſetz der Stätigkeit erheiſcht. Die Abweichung der Linien von den Beobachtungen beträgt ſelten mehr als ein Paar Sekunden in England, Frankreich, Deutſchland und Dänemark; in Schweden und Norwegen ſind dagegen Abweichungen von 5 bis 10″ und darüber nicht ſelten; dieſs kann aber natürlicher Weiſe wegen der magnetiſchen Polarität der Gebirge nicht anders ſeyn. Man ſieht aus dieſer Karte, daſs von *Romsdalen* im Stifte Drontheim bis *Paris* und *Carolath* die Schwingungszeit von 870″ bis 750″, d. i. 120″ oder gerade 2 Minuten abnimmt, und ſich mit-

hin der horizontale Theil der magnetischen Intensität an diesen beiden Orten wie 1 zu 1,3456 verhält. Diese Linien haben ungefähr dieselbe Lage wie die Neigungslinien; es würde interessant seyn, sie über einen grössern Theil der Erdoberfläche auszudehnen.

Da die Beobachtungen leicht auszuführen sind und keinen weitläufigen noch kostbaren Apparat nöthig machen, so fordre ich hiermit alle reisende Physiker und Astronomen auf, an denselben Theil zu nehmen. Jeder, der die Zeit von 300 (oder eine andre Anzahl) Schwingungen mit seinem magnetischen Cylinder in Paris, London, Berlin, Altona, Lübeck oder an irgend einem andern Orte untersucht, wo ich beobachtet habe, wird dadurch in den Stand gesetzt, seine Beobachtungen mit den meinigen zu vergleichen und sie auf den Dollondschen Cylinder zu reduciren.

Die oben angeführten horizontalen Schwingungen geben eigentlich nur den horizontalen Theil der magnetischen Kraft an. Will man die ganze magnetische Intensität kennen, so muss sie nach den Formeln S. 353 berechnet werden. Aber dazu ist es nöthig, die Neigung zu kennen. Das Neigungsinstrument und die von mir angewandten Methoden, wodurch ich alle constante Fehler zu heben und so ein bis auf die Minute sicheres Resultat zu erhalten gesucht habe, werde ich bei einer andern Gelegenheit beschreiben. Das Instrument, welches von Dollond verfertigt ist, hat einen Limbus von 3 Englischen Zollen im Diameter, welcher bis in 20 Minuten getheilt

ist; mittelst einer Loupe kann man mit Sicherheit 2 Minuten ablesen. Hiezu gehören 2 Nadeln, eine runde conische und eine flache lanzetförmige; in beiden kann die Axe umgedreht werden, so dass man bei verschiedenen Beobachtungen die Nadel auf verschiedenen Punkten der Zapfen ruhen lassen kann. Hiedurch lässt sich der Fehler vernichten, der aus der möglichen Abweichung der Zapfen von der Cylinderform entstehen kann. Die beiden conischen Hälften der runden Nadel sind in der Mitte durch einen Würfel vereinigt, der in zwei Richtungen durchbohrt ist, welche rechte Winkel mit einander machen, so dass die Axe auf 4 verschiedene Arten eingesetzt werden kann. Die Zapfen rollen auf zwei gutpolirten horizontalen Agatflächen. Im Allgemeinen giebt es zwei Arten, die Neigung zu beobachten. 1) Ist die Nadel sehr genau abgewogen, so dass ihr Schwerpunkt sehr nahe in die Mittellinie der Umdrehungsaxe fällt, so wird man durch die 4 Umwendungen der Nadel und durch die 2 Umwendungen des Limbus (gen Osten und Westen), bis auf ein Weniges dieselbe Neigung erhalten, und eine Mittelzahl aus diesen 8 Resultaten giebt die wahre Neigung, wofern die Zapfen cylindrisch sind. Um letzteres zu untersuchen, dreht man die Axe z. B. um 45° weiter, und beobachtet eine neue Reihe von 8 Resultaten, worauf die Axe abermals umgedreht wird, bis sie in die erste Lage zurückkommt. Ein Mittel aus diesen 8 Reihen, wobei die Axe 8 verschiedene Lagen gehabt hat, wird, wenn die Zapfen gut polirt und frei von Rostflecken sind, höchst wahrscheinlich die wahre Neigung von allen *constanten* Fehlern befreien. 2) Ist die Nadel nicht

vollkommen abgewogen, oder hebt man durch ein auf der Axe angebrachtes kleines Gewicht ihr Gleichgewicht auf, so wird sie bei ihren 4 Umwendungen Resultate geben, die sehr beträchtlich von einander und von der wahren Neigung abweichen. In diesem Falle kann die wahre Neigung nach einer Formel berechnet werden, welche nebst der Beschreibung des Instruments in der Folge mitgetheilt werden soll. Durch Veränderung des Moments und der Lage dieses Zulaggewichtes und durch Umdrehung der Axe kann man sich auf diese Weise noch mehr von allen den constanten Fehlern befreien, welche ihren Ursprung in der Form der Zapfen und zugleich in einem möglichen Magnetismus einzelner Punkte des eingetheilten Kreises haben. Letzteres ist besonders ein erheblicher Umstand; denn man trifft oft Messing, welches eisenhaltig ist und magnetische Polarität zeigt; da aber bei dieser Beobachtungsart die Pole der Nadel immer an verschiedenen Punkten des Limbus in Ruhe kommen, so muss dadurch alle constante Wirkung eines solchen möglichen Magnetismus des Kreises aufgehoben werden. Ich habe abwechselnd beide Methoden angewandt, und dadurch folgende Neigung in Christiania (auf freiem Felde) gefunden.

Jahr	Anzahl der Beobachtungsreihen	Neigung	Wahrscheinlicher Fehler in jeder Gattung	Wahrscheinlicher Fehler im Mittel
1820	65	72° 42',6	7',10	0',88
1822	13	72 33,5	6,04	1,67
1825	9	72 26,4	—	1,50

Jede Reihe besteht aus 32 Beobachtungen oder 64 einzelnen Ablesungen an beiden Enden der Nadel. Die

Bestimmung für das Jahr 1820 besteht eigentlich aus 9 Beobachtungen (Reihen) im letzten Vierteljahre 1819, 35 im Jahre 1820 und 21 im ersten Vierteljahre 1821, also im Ganzen aus 2080 einzelnen Beobachtungen oder 4160 Ablesungen auf dem Limbus, von denen das Mittel dem Mittel von 1820 entsprechen muss. Alle diese Beobachtungen sind bis auf 2 mit der runden Nadel gemacht, die meisten mit einer äquilibrirten Nadel. Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung habe ich den wahrscheinlichsten Fehler einer einzelnen Beobachtungsreihe = $7\frac{1}{10}$ Minuten gefunden, was, ausser den zufälligen Fehlern, auch diejenigen begreift, welche ihren Ursprung in der Form der Zapfen haben, wie denn die Lage der Axe bei diesen Beobachtungen beständig verändert worden ist. Die Beobachtungen im Jahre 1822 sind bloss mit der runden Nadel gemacht; diejenigen im Jahre 1825 (im Februar) dagegen nur mit der flachen Nadel. Hier fand sich mit der äquilibrirten Nadel *A*, und der nicht äquilibrirten *B*

Beob. Reihe		Neigung	Wahrscheinlicher Fehler in jeder Reihe	Wahrscheinlicher Fehler im Mittel
A	4	72° 26',8	3',382	1',691
B	5	72 25,0	7,355	3,289

woraus erhellt, dass zur Erlangung einer Genauigkeit von einer einzelnen Minute 11 Reihen von Beobachtungen mit äquilibrirter und 54 Reihen mit der nicht äquilibrirten erfordert werden, wenn der Kreis frei von Polarität ist. Das wahrscheinlichste Mittel aus den beiden obigen Bestimmungen wird, wenn der wahrscheinliche Fehler einer jeden berücksichtigt wird, = 72° 26',4 mit einem wahrscheinlichen Fehler

= 1½ Minuten. Fünf Beobachtungsreihen mit der runden Nadel gaben im Februar 1825 folgende Neigungen:

	72° 18′,7
	72 26,7
	72 18,1
	72 25,5
	72 7,4
Mittel =	72 18′,3

Allein bei Besichtigung der Zapfen mit einem Mikroskop fand sich auf dem einen ein Rostfleck, welcher gerade die Agatflächen in der ersten, dritten und fünften Beobachtung berührte. Werden diese ausgelassen, so geben die beiden übrigen im Mittel 72° 26′,1, welches mit dem Resultat der flachen Nadel übereinstimmt. Aus den Beobachtungen 1820 und 1825 folgt für Christiania die *jährliche Abnahme der Neigung* = 3′24 mit einer Unsicherheit $= \frac{0{,}88 + 1{,}5}{5} = \pm 0',476$ dafern der wahrscheinliche Fehler in beiden Jahren nach entgegengesetzten Seiten liegt, was jedoch nicht wahrscheinlich ist.

In *Kopenhagen* beobachtete ich 1820 in Commandeur Wleugels Garten folgende Neigungen:

Datum		Uhr		Neigung	Nadel
4 Januar	Uhr	11	Vormittags	70° 40′,2	runde Nadel
4 Jan.	—	2½	Nachmittags	70 32,5	runde Nadel
6 Jan.	—	10½	Vorm.	70 30,2	runde Nadel
7 Jan.	—	1	Nachm.	70 36,6	runde Nadel
10 Jan.	—	1	Nachm.	70 23,7	flache Nadel
16 Jan.	—	1½	Nachm.	70 47,5	flache Nadel
2 Febr.	—	1½	Nachm.	70 46,5	runde Nadel
4 Febr.	—	11	Vorm.	70 36,7	runde Nadel
			Mittel =	70° 36′,7	

Bei den Beobachtungen mit der runden Nadel ist nach Vollendung einer Reihe aus 32 einzelnen Beobachtungen die Axe jedes Mal herausgenommen und in ein anderes Loch des Würfels gesetzt, aber nicht umgedreht worden; es ist also wohl möglich, daſs der Einfluſs der Gestalt der Zapfen nicht gänzlich zerstört wurde, so daſs dieses Resultat vielleicht um einige wenige Minuten ungewiſs ist. Im Jahre 1822 beobachtete ich wieder mit demselben Instrument die Neigung in Kopenhagen auf Holkens Bastion nahe bei dem neuen Observatorium, und fand, nachdem die Zapfen von Hrn. Urban Jürgensen polirt worden, folgende Resultate:

31	Juli	9	Vorm.	70° 25',4
—	—	9½	—	70 33,4
—	—	10½	—	70 24,8
—	—	11¼	—	70 28,3
—	—	6½	Nachm.	70 47,7
2	Aug.	12¾	Mitt.	70 31,7
—	—	1½	Nachm.	70 44,8
—	—	2¼	—	70 34,8
7	—	11½	—	70 32,8
—	—	12½	Mitt.	70 16,2
—	—	6¾	Nachm.	70 51,4
9	—	11	Vorm.	70 46,0
10	—	10½	—	70 24,4
—	—	11½	—	70 41,2
11	—	12¾	Mitt.	70 35,2
11	—	1¾	Nachm.	70 49,9
12	—	10¾	Vorm.	70 40,9
			Mittel =	70° 35',0

Hier wurde die Axe in jedem der 4 Löcher, in 4 verschiedene Lagen gedreht, welche 90° mit einan-

der bilden, ſo daſs die Berührungspunkte der Zapfen mit den Agatflächen immer variirten. Dieſes Mittel iſt alſo eben ſo ſicher, als wäre es durch 16 verſchiedene Nadeln gefunden worden; denn bei jeder neuen Lage der Axe wird der Schwerpunkt der Nadel etwas verrückt. Obiges Reſultat iſt alſo wahrſcheinlich von conſtanten Fehlern befreit und man findet den wahrſcheinlichſten Fehler einer einzelnen Reihe = 5′,753 und des Mittels = 1′,438. Da aber der wahrſcheinliche Fehler noch gegen 1½ Minuten und bei der Beſtimmung im Jahre 1820 wahrſcheinlich noch etwas gröſser iſt, ſo ſind dieſe zwei Reſultate nicht hinreichend zur Beſtimmung der jährlichen Veränderung, beſonders da die zwiſchen denſelben verfloſſene Zeit nur 2 Jahre beträgt. Die Neigung in Kopenhagen iſt zuvor beſtimmt von

Lous, im Jahre	1773	=	71°	45′
Bugge	—	1791	=	71	20,5
Wleugel	—	1813	=	71	26

Es liegt mithin am Tage, daſs ſie auch hier abnimmt, wiewohl die jährliche Gröſse der Abnahme kaum hieraus wegen der weniger vollkommenen Conſtruction der ältern Inſtrumente mit Genauigkeit beſtimmt werden kann.

Da der wahrſcheinlichſte Fehler bei einer einzelnen Reihe von 32 Beobachtungen zwiſchen 6 und 7 Minuten beträgt, ſo kann man danach die Sicherheit der folgenden Neigungen beurtheilen. Alle ſind mit der runden Nadel beobachtet; die mit * bezeichneten in einem Hauſe, doch ſo weit als möglich von Eiſen entfernt, die übrigen auf freiem Felde.

Beobachtungsort	Zeit			Neigung	
Friedrichshall	1819	Dec.	25	*72°	30',9
	1822	Juni	29	72	41,1
Quistrum in Schweden	1819	Dec.	27	*72	22,2
	—	—	28	*72	31,2
Gothenburg	—	—	30	*72	0,8
	1820	Febr.	24	*71	54,7
Helsingburg	—	Jan.	2	*70	54,8
	—	Febr.	21	*70	49,3
Kopenhagen	—	Jan.		70	36,7
	1822	Aug.		70	35,0
Friedrichsburg	1820	Jan.	26	70	59,0
Soröe	—	—	30	70	56,3
	—	—	31	70	45,1
	—	—	31	71	5,8
	1822	Juli	15	71	9,2
	—	—	15	70	48,6
Helsingöer	1820	Febr.	21	*70	33,3
Falkenberg	—	—	23	*71	32,3
Skieberg, Pfarrhof	—	—	26	72	28,7
Kongsberg	—	Aug.	16	73	48,4
	—	—	21	73	45,5
Johnsknuden	—	—	18	73	54,1
Christiania	—	. . . .		72	42,6
	1822	. . . .		72	33,5
	1825	. . . .		72	26,4
Ryenberg	1820	Sept.	9	72	44,7
Bogstad-Aas	—	Juli	3	73	13,0
Bogstad	1821	Mai	20	72	33,9
Näsodden	1822	Juni	16	73	2,3
Bärum	1821	. . .		72	44,1
Bolkesjöe	—	—	24	73	14,9
Ingolfsland	—	—	28	73	35,0
Nörsteboe	—	Juli	3	73	33,0
Maursäter	—	—	6	73	44,4
Ullensvang	—	—	8	73	44,1
Findaas	—	—	14	74	48,2
Bekkervig	—	—	18	73	57,6
Bergen, Friedrichsberg	—	—	21	73	57,3
	—	—	22	74	9,5
	—	—	24	73	55,5
	—	—	25	74	10,9
Leirdals Pfarrhof	—	Aug.	7	74	5,8
Maristuen auf dem Fillefjeld	—	—	9	74	3,8
Vangs Pfarrhof in Valders	—	—	10	*73	55,3
	—	—	10	74	3,3
Slidre Pfarrhof in Valders	—	—	10	74	33,7
Tomlevold	—	—	12	73	49,9
Grans Pfarrhof	—	—	13	73	44,8
Moe in Hadeland	—	—	14	74	0,0
Soner	1822	Juni	28	72	40,8
Altorp in Schweden	—	Juli	1	72	14,4

Beobachtungsort	Zeit			Neigung	
Elleöen im Christianiafjord	1822	Juli	7	72°	38,1
Godtskjär bei Onsala Hafen in Schweden	—	—	17	71	38,5
Korset Hafen bei Jomfrueland	—	—	23	72	23,9
Helgeroas	—	—	24	72	38,9
Auestad bei Drammen	1823	—	24	73	36,3

Da ich Hr. Lieutenant Erichsen das Dollondsche Neigungsinstrument mit der runden Nadel geliehen hatte, um mit demselben Beobachtungen in Deutschland zu machen, so liefs ich unsern Instrumentmacher Claufen ein andres von denselben Dimensionen verfertigen, und machte mit diesem und der flachen Nadel folgende Beobachtungen auf meiner Reise durch Jütland und Holstein nach Berlin im Spätjahre 1824:

Friedrichsvärn	71°	24',6
Friedrichshavn	70	31,4
Aalborg	70	12,6
Aarhuus	70	0,7
Kolding	69	44,0
Odense	69	41,0
Kopenhagen	69	28,1
Schleswig	69	28,6
Plöen	69	21,4
Lübeck	69	23,0
Altona	69	8,9
Berlin	68	49,5

Es liegt am Tage, dafs die mehrsten dieser Neigungen über einen Grad zu klein sind. Anfangs glaubte ich, dies könnte von der Axe der Nadel herrühren, deren Zapfen etwas beschädigt worden waren. Nachdem aber Hr. Kessels in Altona eine neue Axe verfertigt hatte, die so vollkommen war, dafs die Nadel in allen Lagen der Axe bis auf wenige

Minuten die nämliche Neigung gab, und gleichwohl dieselbe Differenz anhielt, so fiel dieser Verdacht weg, und ich fand es wahrscheinlich, daſs der getheilte Kreis vielleicht nicht frei von magnetischer Polarität wäre. Dies bestätigte sich auch, als ich den Kreis herausnahm und in die Nähe des einen Poles einer leichtbeweglichen Magnetnadel brachte, wo es sich denn zeigte, daſs der ganze unterste Theil desselben 20° zu beiden Seiten des 90° eine merkliche Südpolarität, der oberste Theil eine schwächere Nordpolarität hatte, und da der Abstand der Enden der Neigungsnadel von der innersten Fläche des Kreises keine $\frac{1}{4}$ Linie beträgt, so hat diese Polarität eine bedeutende Wirkung auf die Nadel.

Um indeſs einigen Nutzen aus diesen Beobachtungen zu ziehen, habe ich versucht, ob es möglich sey, entweder eine constante oder eine veränderliche Correction zu finden, durch deren Anbringung diese Beobachtungen dem Wahren wenigstens ziemlich nahe gebracht werden möchten. In Christiania gab dieses Instrument die Neigung = 70° 54′,5; dieselbe Nadel gab in der Dollondschen Kapsel (siehe oben S. 412) 72° 26′,4, also die Correction = + 1° 32′. In Friedrichsvärn ward die Neigung = 71° 24′,6 gefunden, aber das Dollondsche Instrument gab in Helgeroa und auf Elleöen, die in derselben Neigungsparallele liegen, 72° 38′,9 und 72° 38′,1, also die Correctionen = + 1° 14′. In Kopenhagen ward die Neigung = 69° 28′,1 gefunden, aber ihr wahrer Werth ist = 70° 35′,0, also die Correction = + 1° 7′. Es scheint sonach, als sey die Correction beinahe constant, doch etwas geringer gen Süden. Ich glaube,

folgende corrigirte Neigungen werden nicht sehr von dem Wahren abweichen, wiewohl es zu wünschen wäre, daſs man ein Paar genaue Neigungsbestimmungen aus Jütland und den Herzogthümern hätte, wo fast kein örtlicher Magnetismus gefunden wird, z. B. in Friedrichsvärn oder Skagen, Kolding und Altona:

Friedrichshavn	71°	48′
Aalborg	71	27
Aarhuus	71	13
Kolding	70	53
Odense	70	50
Plöen	70	20
Lübeck	70	14
Altona	70	0

In Lübeck ist nur eine Reihe von Beobachtungen, an den andern Orten 4, gemacht; diese Bestimmung ist daher weniger sicher, und es ist wahrscheinlich, daſs die Neigung in Lübeck wie in Altona etwa = 70° 0′ ist. Sonderbar ist es, daſs das Instrument in *Berlin* die richtige Neigung angab; denn Hr. Professor Erman hatte durch eine Menge Beobachtungen mit einem vortrefflichen Instrument von Gambey in Paris, von einem doppelt so groſsem Durchmesser als das meinige, sie das Jahr vorher = 68° 50′ gefunden, welches sich gar wohl zu den oben angeführten Beobachtungen des Hrn. Lieut. Erichsen mit dem Dollondschen Instrumente in Stettin, Carolath, Beuthen und Danzig paſst. Dagegen fand ich in *Berlin* durch 3 etwas abweichende Reihen von Beobachtungen mit dem Clausenschen Instrumente, nachdem das Gleichgewicht der Nadel

durch ein von Hrn. Keſſels verfertigtes kleines Zulagegewicht aufgehoben war, die Neigung = 67° 56', welches etwa um einen Grad zu wenig iſt. Dieſe Erfahrung zeigt die Wichtigkeit der Vorſichtsregel, das Metall, woraus man den eingetheilten Kreis magnetiſcher Inſtrumente verfertigt, genau zu unterſuchen, und viele Kompaſſe geben wahrſcheinlich bloſs aus dieſer Urſache falſche Reſultate.

Ehe ich zur Berechnung der Intenſität ſchreite, will ich noch auf den Einfluſs aufmerkſam machen, welchen der örtliche Magnetismus in der Umgebung von Chriſtiania auf die *Neigungsnadel* ausübt. Der Regel nach, nimmt die Neigung gen Norden zu und gen Süden ab. In der Gegend von Chriſtiania habe ich, wie oben gezeigt, die Neigung ungefähr = 72½ Grad gefunden; allein an allen ſüdlicheren Orten längs beiden Küſten des Chriſtianiafjords bis Friedrichsvärn und Friedrichshall wird ſie gröſser gefunden. So iſt ſie in *Drammen* = 73° 36', in *Kongsberg* 73° 47', in *Helgeraae* = 72° 39'. An der Oſtküſte des Fjords war die Neigung in *Soner* = 72° 41', auf *Elleöen* 72° 38', in *Skieberg* = 72° 29', in *Friedrichshall* = 72° 37' u. ſ. w. Einige Meilen nördlich von Chriſtiania, wie zu *Bogſtad* und *Bärum* hält die Neigung noch etwa 72½ Grad an, nimmt aber darauf plötzlich gegen *Ringerige* hin zu. So iſt ſie zu *Moe* in Jevnager = 74° 0', zu *Gran* = 73° 45' u. ſ. w. Ueberhaupt wird man finden, *daſs an allen denjenigen Orten, wo die Schwingzeit des horizontalen Cylinders zu gering iſt, auch die Neigung zu gering iſt, und umgekehrt.* So iſt zu *Findnaes* die Zeit von 300 Schwingungen

= 861″,7, die Neigung = 74° 48′, erstere wenigstens 20″ zu groſs, letztere 1° zu groſs. Daſſelbe gilt auch, wiewohl in geringerem Grade, von *Slidre* in Valders und *Moe* in Jevnager. Die der Umgegend von Christiania gehörende wahre Neigung würde wahrscheinlich wenigstens = 73° 5′ seyn.

Hr. v. Humboldt hat auf seinen Reisen in Amerika Schwingungen mit der Neigungsnadel in der vertikalen Neigungsebene beobachtet und daraus die Veränderungen der Intensität von Peru bis Paris, Göttingen und Berlin abgeleitet *). Er findet die Intensität am geringsten in der Nähe der Linie, wo die Neigung verschwindet (wo die Neigungsnadel horizontal ist) und nimmt diese Gröſse als Einheit an. Unter dieser Voraussetzung findet er die Intensität in Paris = 1,3482. Setzt man nun die Intensität in Paris = F, die Neigung eben daselbst = i, und die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders = T, und bezeichnet an einer andern Stelle der Erdoberfläche dieselben drei Gröſsen mit F^1, i^1 und T^1, so ist nach dem Obigen (S. 353) $F^1 = F \left(\frac{T}{T^1}\right)^2 \cdot \frac{\cos i}{\cos i^1}$.

In Paris war den 14ten März 1817 die Neigung = 68° 38′; nimmt man die jährliche Abnahme = 3′ an, so wird die Neigung ebendaselbst i. J. 1823 = i = 68° 20′. In London fand Capit. Sabine sie im August und September 1821 = 70° 3′; also wird sie 1823 = 69° 57′. Setzt man nun F = 1,3842, i = 68° 20′, T = 753″,03, so kann man nach obiger

*) Diese Ann. Phys. 1801. St. 3. 1805. St. 7.

Formel die Gröſse der Intensität an allen den Orten berechnen, wo die Neigung und die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders beobachtet ist.

Folgende Tabelle enthält alle in dieser Abhandlung vorkommenden Intensitäten, welchen ich, um sämmtliche, bisher über die magnetische Intensität, gemachten Bestimmungen, an einem Orte zu sammeln, hinzugefügt habe: 1) Humboldts Beobachtungen auf seiner Reise in Amerika i. J. 1799; 2) Humboldts spätern Beobachtungen auf einer Reise durch Deutschland, Italien, Frankreich und die Schweiz i. J. 1805; 3) de Rossels Beobachtungen auf einer Entdeckungsreise nach Neuholland i. J. 1791 bis 1794; 4) Beobachtungen auf Cap. Ross Reise in der Baffins-Bay i. J. 1818. Diese wichtigen Beobachtungen finden sich bisher nirgends reduzirt; und ich behalte mir auf eine andere Gelegenheit eine genauere und detaillirte Reduction vor, da sie von besonderer Wichtigkeit für die Theorie sind. Die Intensitäten sind nach der Gröſse der Neigung geordnet.

Tabelle
über alle bisher gemachten Bestimmungen der magnetischen Intensität.

Beobachtungsort		Neigung	Intensität
de Rossel.		südlich	
Port du Nord	Van Diemens Land	70° 50′	1,5773
Port du Sud	Van Diemens Land	70 48	1,6133
Surrobaya auf Java		25 40	0,9348
Amboina		20 37	0,9532
Humboldt.			
Lima		9 59	1,0773

Beobachtungsort	Neigung	Intensität
	südlich	
Magnetischer Aequator in Peru .	0° 0′	1,0000
	nördlich	
Tompenda	3 11	1,0191
Loxa	5 24	1,0095
Cuença	8 43	1,0286
Quito	13 22	1,0675
St. Antonio	14 25	1,0871
St. Carlos	20 47	1,0480
Popayan	20 53	1,1170
Santa Fé de Bogata	24 16	1,1473
Javita	24 19	1,0675
Esmeralda	25 58	1,0577
Carichana	30 24	1,1575
St. Thomas	35 6	1,1070
Carthagena	35 15	1,2938
Cumana	39 47	1,1779
Atlantisches Meer } Br. 20° 46′ n. L. 41° 26′ w. F.	41 46	1,1779
— 11 0 — — 44 32 —	41 57	1,2617
Mexiko	42 10	1,3155
Atlantisches Meer } B. 12° 34′ n, L. 33° 14′ w. F.	45 8	1,2300
— 14 20 — — 28 3 — —	52 55	1,2830
— 20 8 — — 8 34 — —	56 42	1,2510
— 21 36 — — 5 39 — —	47 49	1,2617
— 25 15 — — 0 36 — —	60 18	1,2830
Portici	60 5	1,2883
Neapel	61 35	1,2745
Rom	61 57	1,2642
Vesuv, am *Crater*	62 0	1,1933
St. Cruz, Teneriffa	62 25	1,2723
Valencia	63 38	1,2405
Florenz	63 51	1,2782
Atlantisches Meer 32° 16′ n. 2° 52′ w.	64 21	1,2938
Barcellona	64 37	1,3482
Marseille	65 10	1,2938
Nimes	65 23	1,2938
Mailand	65 40	1,3121
Montpellier	65 53	1,3482
Airolo, S. Gotthardt	65 55	1,3090
Turin	66 3	1,3364
Medina del Campo	66 9	1,2938
Lans le Bourg am *Mont Cenis* .	66 9	1,3227
Como	66 12	1,3104
S. Michel	66 12	1,3488
Lyon	66 14	1,3334
St. Gotthardt, Hospiz	66 22	1,3138
Mont Cenis, Hospiz	66 22	1,3441
Ursern	66 42	1,3069
Altorf	66 53	1,3228
Atlantisches Meer } 37° 14′ n, 3° 30′ ö. . .	67 30	1,3155
38 52 — 3 40 — .	67 40	1,3155

Beobachtungsort	Neigung	Intensität
Madrid	67° 41′	1,2938
Tübingen	68 4	1,3569
Atlantisches Meer 38° 52′ n. 3° 40′ ö.	68 11	1,3155
Ferrol	68 32	1,2617
Paris	69 12	1,3482
Göttingen	69 29	1,3485
Berlin	69 53	1,3703
Oersted, Erichsen, Hansteen.		
Carolath	68 21	1,3857
Berlin	68 50	1,3894
Danzig	69 44	1,4104
London	69 57	1,4063
Ystad	70 13	1,4109
Schleswig	70 36	1,4183
Kopenhagen	70 36	1,4037
Odense	70 50	1,4015
Helsingburg	70 52	1,4150
Kolding	70 53	1,4214
Soröe	70 57	1,4212
Friedrichsburg	70 59	1,4403
Aarhuus	71 13	1,4208
Aalborg	71 27	1,4025
Odensala	71 39	1,4031
Friedrichshavn	71 48	1,4212
Gothenburg	71 58	1,4196
Altorp	72 14	1,4262
Korset	72 24	1,4102
Quistrum	72 27	1,4445
Skieberg	72 29	1,4091
Ellesöen	72 38	1,4209
Helgeroae	72 39	1,4354
Soner	72 41	1,4204
Christiania	72 34	1,4578
Ryenberg	72 45	1,4587
Bogstad	72 34	1,4762
Bogstadberg	73 13	1,4574
Näsodden	73 2	1,4905
Bärum	72 44	1,4273
Bolkesjöe	73 15	1,4429
Ingolfsland	73 19	1,4537
Nörsteböe	73 33	1,4514
Drammen	73 37	1,4138
Maursäter	73 44	1,5048
Ullensvang	73 44	1,4641
Gran	73 45	1,4601
Kongsberg	73 47	1,4523
Tomlevold	73 50	1,4626
Bekkervig	73 58	1,4491
Vang	73 59	1,4690
Bergen	74 3	1,4600
Moe	74 3	1,4614
Maristuen	74 4	1,4433

Beobachtungsort	Neigung	Intensität
Leierdal	74° 6′	1,4569
Slidre	74 34	1,4932
Cap. Sabine.		
Brassa, Schetland	74 21	1,4857
Davisstrasse 68° 22′ n, 36° 10′ w.	83 8½	1,6806
Hasen-Insel 70 26 — 37 12 —	82 49	1,6690
Baffins-Bay 75° 5′ n, 42° 43′ w. . .	84 25	1,6601
75 51 — 45 26 — . .	84 44½	1,6849
76 45 — 58 20 — . .	86 9	1,7508
76 8 — 60 41 — . .	86 0	1,7336
70 35 — 49 15 — . .	84 39	1,7252

Bei dieſen Beobachtungen iſt Folgendes zu bemerken: 1) die Humboldt'ſchen Beobachtungen auf der Amerikaniſchen Reiſe, wie auch de Roſſels und Capit. Sabines, ſind mit der Neigungsnadel ſelbſt gemacht, welche man in der vertikalen Fläche des Neigungswinkels hat ſchwingen laſſen. Da aber die Reibung der Zapfen dieſer Nadel ſchnell die Gröſse der Schwingungsbogen vermindert, ſo iſt es nothwendig, wenn man ſich mit keiner kleinen Anzahl Schwingungen begnügen laſſen will, mit ſehr groſsen Elongationen anzufangen. Bei den engliſchen Beobachtungen machte man die Beobachtung ſowohl in den magnetiſchen Meridian als auch in der auf denſelben lothrechten Verticalfläche; in erſterem Falle war immer die erſte Elongation gleich der Neigung des Ortes, in letzterem gleich 90°. Allein bei ſo groſsen Elongationen iſt es nothwendig, in der Reduction Rückſicht auf die Gröſse der Schwingungsbogen zu nehmen. De Roſſel hat auf dieſe richtige Weiſe ſelbſt ſeine Beobachtungen reduzirt, und bei den engliſchen Beobachtungen habe ich ſelbſt auf die nämliche Weiſe die Reduction ausgeführt; ob die Humboldt'ſchen Beobachtungen ſolchergeſtalt

richtig reduzirt sind, ist mir unbekannt. Auf jeden Fall ist diese Methode sehr unvollkommen, und man findet zwischen den englischen Beobachtungen an einem und demselben Orte Abweichungen bis 12 Sekunden in der Zeit von 100 Schwingungen. Auch in den Humboldtschen Beobachtungen findet man eine bedeutende Ungleichmäfsigkeit, welche wohl nicht ganz dem örtlichen Magnetismus zugeschrieben werden kann. Die spätern Humboldtschen Beobachtungen in Europa 1805 sind, wie die meinigen, mit einer horizontal schwingenden Nadel angestellt; sie sind gewifs auch genauer; ich vermuthe aber, dafs die meisten in Häusern angestellt worden, und nach dem Obigen sind alle solche Beobachtungen wegen des Magnetismus der Häuser etwas unsicher. 2) Die *geringste* Intensität fand Humboldt in Peru in 7° 1′ südlicher Breite und 60° 4′ westlicher Länge von Ferro, wo die Neigung = 0° war; diese Intensität nimmt Humboldt als Einheit an. Allein nach de Rossels Beobachtungen wurde mit derselben Einheit in Surrobaya die Intensität = 0,9348, die Neigung = 25° 40′ südlich, und auf Amboina die Intensität = 0,9532, die Neigung = 20° 37′ gefunden. Es ist sonach wahrscheinlich, dafs die Intensität auf der östlichen Halbkugel im chinesischen Meere noch etwas geringer in der Nähe derjenigen Linie seyn würde, wo die Neigung 0° ist. Die *gröfste* Intensität wird aus Sabines Beobachtungen in Baffins-Bay = 1,7508 mit der Neigung 86° 9′ gefunden; wahrscheinlich würde sie noch etwas gröfser in der Nähe desjenigen Punktes gefunden werden, wo die Neigung = 90° ist. Die magnetische Intensität

auf der Oberfläche unsrer Erde scheint also zwischen den äusserſten Gränzen 0,93 und 1,75 oder vielleicht zwischen 0,9 und 1,8 eingeschlossen zu seyn, d. i. wenn die erstere als Einheit angenommen wird, zwischen den Gränzen 1 und 2; oder mit andern Worten: *die gröſste Intenſität in der Nähe derjenigen Punkte, wo die Neigungsnadel vertikal ſteht* (die Neigung = 90°), *iſt etwa doppelt ſo groſs als die geringſte Intenſität, in der Nähe derjenigen Linie, wo die Neigungsnadel horizontal liegt* (die Neigung = 0°). Dieſer Satz iſt von groſser Wichtigkeit für die Theorie, und zeigt, daſs die magnetiſchen Axen der Erde nicht gerade bis zur Erdoberfläche hinausgelangen; denn in dieſem Falle würden die Intenſitäten in einem weit ſtärkeren Verhältniſſe gegen die Pole zunehmen. Auch die Neigungsbeobachtungen zeigen daſſelbe; denn, wofern die Magnetaxen gerade bis an die Erdoberfläche reichten, würden die Neigungen in der Nähe des Aequators langſamer und in der Nähe der Pole ſchneller zunehmen, als ſie es in der That nach den Beobachtungen thun. Nach meinen „*Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde*" kann die Länge der Magnetaxen nicht den halben Erddurchmeſſer überſchreiten. 8) Zu beiden Seiten derjenigen Linie, wo die Neigung = 0° iſt (welcher von Vielen der eben nicht glücklich gewählte Name „magnetiſcher Aequator" beigelegt wird) nimmt die Intenſität zugleich mit der Neigung zu. Aus obiger Tabelle findet man folgende, ungefähr zuſammengehörende, Gröſsen der Neigung und Intenſität:

Neigung	Intensität
0°	1,0
24	1,1
45	1,2
64	1,3
70	1,4
75	1,5
80	1,6
84	1,7

Auf der südlichen Halbkugel bei Neuholland scheint das Verhältniſs etwas anders zu seyn, da die Intensität 1,6 mit der Neigung 71° oder 72° zusammenzugehören scheint. Man sieht also, daſs nahe am Aequator die Neigung weit schneller wächst als die Intensität, in der Nähe der Pole hingegen langsamer. 4) Ist die in Paris bei der Berechnung angenommene Neigung 68° 20′ völlig richtig, so wird nach der Formel S. 354.

$$dF_1 = F_1 \text{ tang } i_1 \, di_1 \sin 1^1.$$

Nun ist der wahrscheinlichste Fehler in einer einzelnen Reihe von Neigungsbeobachtungen mit meinem Instrumente ungefähr = 7′; für $i_1 = 70°$ ist ungefähr $F_1 = 1{,}4$; wird nun $di_1 = 7'$ gesetzt, so hat man $dF_1 = 1{,}4 \cdot 7 \cdot \text{tang } 70°. \sin 1^1 = 0{,}0078$. Für $i_1 = 75°$, und $F_1 = 1{,}5$ findet man auf dieselbe Weise $dF_1 = 0{,}0114$. Bei einer einzelnen Reihe von Neigungsbeobachtungen und bei 70° Neigung, sind also meine Intensitätsbestimmungen in den zwei letzten Decimalen unsicher; bei 75° Neigung, kann auch die dritte Ziffer der Intensität um Eine Einheit unsicher seyn, d. i. die Intensität kann um $\frac{1}{100}$ unsicher seyn. Gröſsere Abweichungen müssen ihren Ursprung von einem örtlichen Magnetismus haben.

II.

Ueber die Theorie des Magnetismus; zweite Abhandlung;

von

Hrn. Poisson *).

In ſeiner erſten Abhandlung (Ann. Bd. 77. S. 301) hatte Hr. Poiſſon, für die Vertheilung des Magnetismus im Innern der durch Einfluſs magnetiſirten Körper, ſo wie für die Kraft mit der dieſelben auf einen der Lage nach gegebenen Punkt anziehend oder abſtoſsend wirken, die allgemeinen Gleichungen aufgeſtellt. Die Löſung dieſer Gleichungen, eine rein analytiſche Aufgabe, iſt indeſs in Bezug auf die verſchiedene Form der Magnete nur für wenig Fälle ausführbar. Als Beiſpiel, welches eine völlige Auflöſung zuläſst, wurde in der erſten Abhandlung eine Kugel genommen, gleichviel ob hohl oder maſſiv, die durch Kräfte magnetiſirt worden, deren Mittelpunkte auſserhalb oder innerhalb nach Belieben gelagert waren. Führt man dieſe Kräfte auf eine einzige zurück, z. B. auf die des Erdmagnetismus, ſo werden die Formeln für die Auflöſung ſehr einfach und es iſt dann ein Leichtes, die Ablenkungen der Magnetnadel in der Nähe einer ſolchen Kugel zu beſtimmen. Die Reſultate der Rechnung ſtimmen mit den Verſuchen des Hrn.

*) Im Auszuge, aus d. Annal. de Ch. et Ph. T. XXVIII. S.

Barlow (Ann. Bd. 73. S. 4) völlig überein. Sie zeigen ferner, daſs die Vertheilung des Magnetismus bei einer hohlen Kugel, fast unabhängig von der Dikke der Kugelschaale wird, wenn diese in Bezug auf den Kugelradius nur eine kleine Gröſse ist. Dadurch wird es erklärt, wie, nach Hrn. Barlow's Versuchen, eine hohle Kugel von 10 Zoll Durchmesser und $\frac{1}{30}$ Zoll Dicke im Metall eben so wirkt, wie eine gleich groſse massive Kugel, ohne daſs man anzunehmen hat, der Magnetismus halte sich bloſs auf der Oberfläche derselben auf.

Die gegenwärtige Abhandlung des Hrn. P. zerfällt wesentlich in zwei Theile.

In dem ersten zeigt derselbe, daſs es ihm gelungen ist, die allgemeinen Gleichungen der ersten Abhandlung für den Fall eines Ellipsoides zu lösen, dessen Axen jedes beliebige Verhältniſs zu einander haben können, vorausgesetzt, daſs die Kraft, welche dieses magnetisirt, in der ganzen Ausdehnung desselben gleiche Stärke und gleiche Richtung besitzt. Besonders wurden die beiden äuſsersten Fälle berücksichtigt, nämlich der, wo das Ellipsoid so abgeplattet ist, daſs man es als eine Scheibe und der, wo es verlängert ist, daſs man es als eine Stange betrachten kann. Man wird die Theorie mit der Beobachtung vergleichen können, wenn man, bei einer Scheibe oder einem Stabe, die Wirkung der um die Mitte liegenden Punkte auf die Nadel untersucht *).

*) Durch ein Versehen hatte Hr. Poisson in dem Auszuge aus seiner ersten Abhandlung angegeben, daſs die Wirkung einer Eisenplatte von groſser Ausdehnung aus der einer hohlen Kugel abgeleitet werden könne, wenn man bei letzterer den Radius unendlich wachsen lasse: der Theil der Kugelschale, wel-

In dem zweiten Theile seiner Abhandlung behandelt Hr. P. einen Gegenstand, der schon in Bezug auf die Theorie sehr interessant ist, vor allem aber für die Praxis große Wichtigkeit besitzt, weshalb man sich in der letzteren Zeit in England sehr viel mit ihm beschäftigt hat. Es sind nämlich die Mittel die Fehlweisungen zu zerstören, welche die Boussole auf Schiffen, vermöge der sie daselbst umgebenden Eisenmassen, als Kanonen, Anker etc. erfährt. Alle diese Körper werden durch Einwirkung der Erde magnetisch und wirken auf die Boussole so beträchtlich, dass sie oft Fehlweisungen von 20°, ja in hohen Breiten (weil daselbst der horizontale Theil des Erdmagnetismus nur geringe Stärke besitzt) sogar von 40° erzeugen.

Diese Ablenkungen der Nadel verändern sich für einen und denselben Ort mit der Lage des Schiffes gegen den magnetischen Meridian; und für verschiedene Breiten mit der Richtung des Erdmagnetismus. Man müsste also ein Mittel suchen, diese Ablenkungen für alle Richtungen zu zerstören, die der Erdmagnetismus in Bezug auf feste Linien im Innern des Schiffes möglicherweise, haben kann. Dasjenige, was Hr. Barlow vorgeschlagen hat, und schon auf einigen grösseren Seereisen wirklich angewandt ist, zerstört zwar die fehlerhaften Ablenkungen der Boussole nicht völlig, führt dieselben aber doch wenigstens auf eine geringe Grösse zurück und

cher sich vom angezogenen Punkte entfernt, wächst in demselben Verhältnisse an Grösse, als die Wirkung seiner Punkte sich verringert. Dadurch geschieht es, dass seine totale Wirkung eine endliche Grösse ist, welche nicht, wie es angegeben ist, vernachlässigt werden darf.

ward bis heute als hinlänglich für die Bedürfnisse der Schifffahrt angesehen. Das Verfahren besteht darin, neben dem Kompaſs eine Platte weichen Eisens anzubringen, die durch die Einwirkung der Erde magnetisch wird. Man stellt sie dergestalt auf, daſs die Magnetnadel für alle Lagen des Schiffes, eine parallele Richtung mit einer anderen Magnetnadel annimmt und bewahrt, welche auf freiem Felde und in hinreichender Entfernung vom Schiffe aufgestellt ward, um keine merkliche Einwirkung von diesem zu erleiden. Hr. Barlow nimmt an, daſs man für die Platte stets eine Lage finden könne, die diese Bedingungen erfülle und daſs, wenn sie gefunden sey, man nur die Platte in dieser zu befestigen und stets zu erhalten habe. Wenn die übrigen Eisenmassen des Schiffes keine beträchtliche Ortsveränderungen erfahren und wenn die Fehlweisungen für den Ort der Abreise nach allen Richtungen in Wahrheit Null waren, so ist klar, daſs sie es während der ganzen Reise fortdaurend seyn werden, ungeachtet des Wechsels in der Intensität und Richtung des Erdmagnetismus. Man sieht dieses leicht ein, wenn man einerseits erwägt, daſs alle des Magnetismus fähigen Körper im Schiffe, mit Inbegriff der von Hrn. B. hinzugefügten Platte, durch Einwirkung der Erde magnetisirt werden, folglich auch die Intensitäten ihrer magnetischen Wirkungen mit dieser Kraft in gleichem Verhältnisse zu- oder abnehmen, und andrerseits, daſs weil die Kraft der Erde auf die ganze Ausdehnung des Schiffes sich parallel bleibt, die Veränderung ihrer absoluten Richtung keine andere Wirkung erzeugt, als *eine* Veränderung des Schiffes gegen eben dieselbe

Richtung. Es ist gut, hiebei zu bemerken, dafs das Schiff am Orte seines Abganges, nicht blofs um seine vertikale Axe gedreht werden mufs, sondern auch um eine horizontale und diefs nicht deshalb, als sollte man in der Folge den Kompafs für die geneigten Lagen des Schiffes beobachten, sondern aus dem Grunde, weil, was auf dasselbe hinausläuft, die magnetische Neigung sich während der Reise vermehren oder verringern könnte.

Nach diesen Betrachtungen wird nun die Aufgabe im letzten Paragraph der Abhandlung auf die Untersuchung zurückgeführt, ob es möglich sey, für alle Richtungen des Erdmagnetismus, die Ablenkungen einer horizontalen Magnetnadel, erzeugt von Körpern, welche durch den Einflufs der Erde magnetisch sind, zu zerstören, wenn man diesen eine Eisenplatte hinzufügt, die ihren Magnetismus durch dieselbe Ursache erhält. Dieses setzt zuvörderst voraus, dafs der Magnetismus in der Eisenplatte den nämlichen Grad von Beweglichkeit habe, wie in jedem der anderen Körper. Hr. Poisson nimmt an, dafs die Coërcitivkraft in jener sehr schwach sey, so dafs die Vertheilung des Magnetismus, in jedem Augenblick, nach der jedesmaligen Richtung des Erdmagnetismus geschieht; eine Annahme die sich, in Bezug auf die des Magnetismus fähigen Körper am Bord eines Schiffes, wenig von der Wahrheit entfernen wird. Um zu einer vollständigen Auflösung der Aufgabe zu gelangen, setzt Hr. P. hinsichtlich der Gestalt der auf die Kompafsnadel einwirkenden Körper, voraus, dafs sie Kugeln seyen, massiv oder hohl, von beliebigen Durchmessern und Dicken, und gibt ihnen solchen

Abstand von einander, dass ihr gegenseitiger Einfluss unter sich, zu vernachlässigen ist, obwohl sie sonst ganz willkührlich um die Nadel gelagert seyn können. Für ein solches System von kugelförmigen, durch den Einfluss der Erde magnetisirten Körper, ward nun die Wirkung auf einen gegebenen Punkt bestimmt, um zu sehen, ob, wenn man den Radius und den Mittelpunkt eines von ihnen, zweckmässig abändere, die horizontale Ablenkung, einer in diesem Punkte befindliche Kompassnadel, Null gemacht werden könne; abgesehen von deren Rückwirkung auf jene Körper.

Die Formeln in Hr. Poisson's Abhandlung zeigen, dass diese Wirkung für alle Richtungen der Kraft, die den Magnetismus erzeugt, niemals Null seyn könne und dass folglich die Oscillationsdauer der Magnetnadel stets geändert werden wird, wenn auch die natürliche Lage derselben beständig die nämliche bleibt. Damit die horizontale Magnetnadel keine Ablenkung erleidet, reicht es hin, dass die horizontalen Komponenten der Kräfte der Erde und des Systemes der magnetisirten Körper, unter sich für alle Richtungen des Erdmagnetismus zusammen fallen. Nun findet man, dass diese Coïncidenz nur dann Statt hat, wenn 1) eine gewisse Grösse, die von den Radien der gegebenen Kugeln, und von den Abständen der Kugeln sowohl unter sich, als von der Magnetnadel, als auch von der durch letztere gehende Horizontalebene abhängt, positiv oder Null ist, und 2) eine andere von denselben Elementen abhängende Grösse zugleich Null ist. Umgekehrt wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, so kann die gesuchte Coïncidenz mittelst einer neuen Kugel erhalten werden, die man dem

gegebenen Kugelſyſteme hinzufügt. Die Gröſse ihres Radius und die Lage ihres Mittelpunktes werden nicht alle beide beſtimmt ſeyn. Man kennt nur die Richtungen einer oder mehrerer durch die Mitte der Nadel gelegter Geraden, auf welchen dieſer Mittelpunkt genommen werden kann, und die Entfernung der hinzugefügten Kugel von der Nadel, hängt von der Gröſse des Radius ab, welchen man derſelben geben will, und wird dieſem proportional ſeyn. Dieſe Unbeſtimmtheit rührt daher, daſs die Wirkung einer Kugel auf einen Punkt, ſowohl in Gröſse als Richtung die nämliche bleibt, wenn ſich ihr Mittelpunkt auf einer durch dieſen Punkt gelegten Geraden bewegt und zu gleicher Zeit ihr Radius in gleichem Verhältniſſe mit ihrem Abſtand von der Kugel wächſt oder abnimmt. Wenn ſtatt des Kugelſyſtemes nur eine einzige Kugel vorhanden iſt, ſo muſs deren Mittelpunkt und der der hinzugefügten Kugel in der durch die Nadel gehenden Horizontalebene liegen. Die Geraden, welche von jenen beiden Mittelpunkten zur Mitte der Nadel gezogen werden, müſſen ſich an dieſer unter einem rechten Winkel treffen, und es iſt nöthig, daſs ſich ihre Längen verhalten, wie die Radien der beiden Kugeln. Bei dieſen Bedingungen wird die Magnetnadel beſtändig ihre natürliche Lage behalten, wenn man das Syſtem der beiden Kugeln um ſeinen Aufhängepunkt umdreht, wie es leicht ſeyn wird durch Verſuche zu beſtätigen.

Das ſo eben behandelte Beyſpiel reicht hin, zu zeigen, daſs es nicht immer möglich iſt, die Ablenkungen einer Magnetnadel nach allen Richtungen da-

durch zu zerstören, daſs man der Gesammtheit der Körper, die die Ablenkung erzeugen, einen neuen Körper hinzufügt. Obgleich man für die Körper, welche von der Kugelform abweichen, nicht im Stande ist, die Bedingungen anzugeben, welche den vorhin gefundenen analog sind, so kann man doch wenigstens für alle Fälle, die Zahl dieser Bedingungen festsetzen. Wenn ein durch die Einwirkung der Erde magnetisirtes System von Körpern, die zugleich ihren gegenseitigen Einfluſs unterworfen sind, auf eine Kompaſsnadel wirkt, und die horizontale Ablenkung der Nadel Null seyn soll; so ist es nöthig, daſs dieses System gewissen Gleichungen Genüge leiste, die von der Form und der Stellung dieser Körper abhangen und deren Anzahl für den allgemeinsten Fall fünf beträgt. Wenn unter diesen Körpern eine Kugel von gegebenen Radius aber unbestimmter Lage vorhanden ist, so kann man die 3 Coordinaten ihres Mittelpunktes so legen, daſs die 5 Bedingungsgleichungen auf 2 zurückgeführt werden; es giebt überdieſs noch andere Bedingungen, die erfüllt werden müssen, damit die Werthe der Unbekannten reell seyen. Wenn der bewegliche Körper, statt der Kugel z. B. eine kreisrunde Scheibe ist, von gegebenem Durchmesser und Dicke, so hat man über die 3 Coordinaten ihres Mittelpunktes und über die beiden zur Bestimmung ihrer Lage dienenden Winkel zu gebieten. Man besitzt alsdann eben so viele Unbestimmten als Gleichungen zu erfüllen sind, und es bleiben nur noch die Bedingungen übrig, die nöthig sind, damit die Werthe der 5 Unbekannten reell werden. Da der Gebrauch des von Hrn. Barlow angegebenen Mittels

die Fehlweisungen des Kompasses am Bord der Schiffe beträchtlich vermindert hat, so muss man daraus schliessen, dass bei gewöhnlicher Anordnung der Eisenmassen auf einem Schiffe, die Bedingungen in Bezug auf dieses System von Körpern sehr nahe erfüllt seyen. Man wird sich aber nicht vergewissern können, ob nicht andere Fälle eintreten, in welchen die Hinzufügung eines einzigen Körpers von gegebener Gestalt und Grösse nicht mehr hinreicht, um die Fehlweisungen der Magnetnadel zu zerstören, ja nicht einmal sie auf enge Gränzen einzuschränken; vor allem wenn die magnetische Neigung sich während der Reise des Schiffes beträchtlich verändert.

Hr. Barlow hat auch vorgeschlagen, sein Instrument auf eine Art anzuwenden, die gewissermassen die umgekehrte von der vorhin aus einandergesetzten ist. Bei der Abreise des Schiffes sucht man durch Versuche, eine solche Lage für die Eisenplatte nahe an der Boussole aus, dass sie für jede Richtung des Schiffes, die Magnetnadel um dieselbe Grösse und in gleichem Sinne ablenkt wie die Eisenmassen des Schiffes. Es folgt daraus, dass, wenn die Ablenkungen nicht sehr beträchtlich sind, die vereinigten Wirkungen dieser Eisenmassen und der Platte, Ablenkungen erzeugen, welche nahe das Doppelte von derjenigen ist, welche jede einzelne Ursache für sich erzeugt. Will man nun während der Reise die wahre Declination des Kompasses wissen, so beobachtet man zweimal; zuerst indem man die Platte so weit entfernt, dass ihre Wirkung unmerklich ist und zum zweiten Male, indem man die Platte in die zuvor bestimmte Lage bringt, in welcher ihre Wirkung gleich der des Schiffes ist.

Die Differenz der beiden Winkel kann hierbei als Maafs dieser Wirkung genommen werden, so dafs man die wahre Richtung der Nadel haben wird, wenn man diese Differenz der zuerst beobachteten Declination addirt oder von derselben subtrahirt, je nachdem die Hinzufügung der Platte die Declination vermindert oder vermehrt hatte.

Um den Grad der Allgemeinheit dieser Correctionsmethode zu schätzen, habe ich untersucht, ob es für jede Richtung des Erdmagnetismus möglich sey, durch eine einzige Kugel die nämlichen Ablenkungen bei einer horizontalen Magnetnadel zu erzeugen, wie sie ein System von Kugeln erzeugt, die der Grösse und Lage nach gegeben sind und mit der gesuchten Kugel durch den Einfluss der Erde magnetisirt werden. Die Rechnung zeigt, dafs diefs nur alsdann möglich ist, wenn die Körper, wie im vorhergehenden Falle, wo man ihre Wirkung zerstören wollte, zwei besondere Bedingungen erfüllen. Es muss nämlich eine gewisse von den Radien und der Lage dieser Kugeln abhängende Grösse Null seyn und eine andere Grösse, von der es in dem vorigen Falle nöthig war, dafs sie positiv oder Null sey, jetzt Null oder negativ seyn. Mithin hat die zweite Methode in Bezug auf Allgemeinheit keine Vorzüge vor der ersten. Sie ist überdiefs weniger einfach als letztere und wird in den Fällen unbrauchbar, wo die Ablenkungen sehr gross sind; Fälle, gegen welche es indefs vor allem wichtig ist, sich zu verwahren.

Wenn alle gegebenen Kugeln ihre Mittelpunkte in derselben, die Magnetnadel enthaltenden Ebene haben, so ist es zugleich möglich, ihre Wirkung,

durch die Wirkung einer einzigen zweckmäſsig geſtellten Kugel zu zerſtören oder zu erſetzen. Der Mittelpunkt der letzteren muſs mit den Mittelpunkten der andern Kugeln in derſelben Horizontalebene liegen und nach ihrer Vertheilung in dieſer Ebene und nach der Gröſse ihrer Radien, kann man alsdann die Richtung der beiden Geraden beſtimmen, die ſich in der Mitte der Magnetnadel unter rechtem Winkel ſchneiden, und auf welche eine oder andere man den Mittelpunkt der geſuchten Kugel zu legen hat, je nachdem man die Wirkung der gegebenen Kugeln zerſtören oder erſetzen will. Der Abſtand des Mittelpunktes der geſuchten Kugel von der Mitte der Nadel hängt beſtändig von dem Radius ab, welchen man derſelben willkührlich geben kann.

Ich füge dieſem Auszuge die Formeln in Bezug auf die Wirkung einer durch den Einfluſs der Erde magnetiſirten Kugel hinzu, aus welchen man durch ſehr einfache Berechnungen die ſo eben erwähnten Reſultate des zweiten Paragraphes meiner Abhandlung herleitet.

Es ſey von der Kugel a ihr Radius und r der Abſtand ihres Mittelpunktes vom Punkte, auf welchen ſie wirkt; x, y, z die drei Coordinaten ihres Mittelpunktes, in Bezug auf 3 rechtwinklige, durch den gegebenen Punkt willkührlich gelegte Axen; α, β, γ die Componenten der Wirkung der Kugel parallel mit dieſen 3 Axen, und analog X, Y, Z die der Wirkung der Erde. Dann hat man:

$$X = -\frac{ka^3}{r^3}\left(\alpha - \frac{3\alpha x^2}{r^2} - \frac{3\beta yx}{r^2} - \frac{3\gamma zx}{r^2}\right)$$

$$Y = -\frac{ka^3}{r^3}\left(\beta - \frac{3\beta y^2}{r^2} - \frac{3\alpha xy}{r^2} - \frac{3\gamma zy}{r^2}\right)$$

$$Z = -\frac{ka^3}{r^3}\left(\gamma - \frac{3\gamma z^2}{r^2} - \frac{3\alpha xz}{r^2} - \frac{3\beta yz}{r^2}\right)$$

Die Gröſse, welche k bezeichnet, iſt ein Bruch, abhängig von der Maſſe der Kugel und wie es ſcheint, im Allgemeinen wenig von der Einheit verſchieden. Wenn die Kugel hohl iſt, ſo muſs diese Gröſse durch die nachſtehende erſetzt werden:

$$\frac{(a^3 - b^3)(1+k)k}{(1+k)a^3 - 2k^2b^3}$$

in welcher b den inneren Radius der Kugel bezeichnet. Dieſe Gröſse weicht ebenfalls ſehr wenig von der Einheit ab, ſo lange als nicht die Dicke $a - b$ der Kugel ſehr klein in Bezug auf ihren Radius a iſt. Um die Ablenkung einer Magnetnadel mittelſt dieſer Formeln zu berechnen, verlegt man den Anfangspunkt der Coordinaten nach ihrer Mitte und indem man das Verhältniſs ihrer Länge zu der Entfernung r vernachläſſigt, werden die Werthe der Kräfte X, Y, Z, in Bezug auf ihre beiden Pole gleich und von entgegengeſetzten Zeichen ſeyn.

Zuſatz des Herausgebers. Ich müſste mich ſehr irren, wenn nicht die obige Abhandlung dem Leſer eine vollkommene Einſicht in die Verſuche gebe, welche Hr. Barlow mit ſeiner ſogenannten Correctionsplatte angeſtellt hat, um die Fehlweiſungen der Bouſſole am Bord der Schiffe zu zerſtören. Daſs ich Hrn. Barlows hieher gehörende Unterſuchungen den Annalen nicht einverleibte, geſchah in der Ueberzeugung, die ich gegenwärtig nicht geändert habe, daſs das genannte Verfahren nur für die praktiſche Schifffahrt von Nutzen ſeyn kann; für wiſſenſchaftliche Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde aber, nur im Nothfalle und mit groſser Vorſicht anzuwenden iſt.

III.

Ueber die Verbindungen des Antimons mit Chlor und Schwefel;

von

Heinrich Rose.

I. Verbindungen des Antimons mit Chlor.

Destillirt man gepulvertes Antimon mit einem Ueberschuſs von Queckſilberſublimat, ſo erhält man bekanntlich eine feſte Verbindung von Antimon und Chlor, die bei gelinder Hitze ſchmilzt. An der Luft zieht ſie allmählig Feuchtigkeit an, und zerflieſst zu einer emulſionsartigen Flüſſigkeit *). Mit Waſſer übergoſſen verwandelt ſie ſich ohne Erwärmung in Salzſäure und in eine Verbindung von Antimonoxyd mit Chlorantimon. Vor dem Löthrohre in einem kleinen Kolben erhitzt, verflüchtigt ſich das durch Vermiſchung des feſten Chlorantimons mit Waſſer abgeſchiedene weiſse Pulver ganz; es enthält daher weder antimonigte Säure noch Antimonſäure. Da alſo dieſes Chlorantimon durch Waſſer in Salzſäure und Anti-

*) Die gewöhnliche flüſſige *Butyrum Antimonii* in den Apotheken, die eine klare Flüſſigkeit bildet, iſt daher keine Auflöſung des feſten Chlorantimons in etwas Waſſer, ſondern in Salzſäure; denn die Vorſchriften in den Pharmacopoeen ſchreiben weit mehr Salzſäure zur Bereitung derſelben vor, als zur Bildung des feſten Chlorantimons nothwendig iſt.

monoxyd verwandelt wird, so muſs es letzterem analog seyn. Das Antimonoxyd enthält 3 Atome Sauerstoff, folglich muſs im festen Chlorantimon das Antimon mit 3 Atomen Chlor verbunden seyn, oder es muſs bestehen aus

54,85	Antimon
45,15	Chlor
100,00	

Da indessen das Resultat der Analyse dieses festen Chlorantimons von John Davy (Gilb. Ann. Bd. 49. S. 357) *) hiemit nicht übereinstimmt, so untersuchte ich dasselbe, und zwar auf folgende Weise: Eine Quantität davon, die ich jedoch nicht gewogen hatte, übergoſs ich mit Wasser, und setzte so lange Weinsteinsäure zu der Flüssigkeit, bis sie nicht nur vollkommen klar war, sondern auch bei sehr starker Verdünnung mit Wasser nicht im Mindesten milchig wurde. Durch diese klare Auflösung leitete ich Schwefelwasserstoffgas, bis kein Schwefelantimon mehr gefällt wurde, und die Flüssigkeit keine Spur von Antimon mehr enthielt. Das erhaltene Schwefelantimon von oraniengelber Farbe wurde auf einem gewogenen Filtrum ausgesüſst und getrocknet. Es schmolz in einer an einem Ende zugeblasenen Glasröhre zu schwarzem Schwefelantimon, und setzte dabei nur Spuren von Schwefel ab; es war also Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel, das auch nur hierbei entstehen

*) Nach John Davy besteht das feste Chlorantimon aus

60,42	Antimon
39,58	Chlor
100,00	

konnte. Da es jedoch, wegen des langen Hindurchstreichens des Schwefelwasserstoffgases durch die Flüssigkeit, noch Spuren von überschüssigem Schwefel enthielt, so wurde ein gewogener Theil dieses Schwefelantimons in einer Kugel erhitzt, die in der Mitte einer Barometerröhre geblasen war, während Wasserstoffgas, getrocknet durch salzsauren Kalk, darüber geleitet wurde. Unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und Sublimation sehr unbedeutender Spuren von Schwefel wurde das Schwefelantimon in Antimon verwandelt, das gewogen wurde.

Die vom Schwefelantimon abfiltrirte Flüssigkeit wurde mäfsig erhitzt, um das Schwefelwasserstoffgas, nicht aber die Salzsäure, zu verjagen, die bekanntlich, wenn sie mit sehr vielem Wasser verdünnt worden, durch Erhitzen nicht von diesem getrennt werden kann. Die Salzsäure wurde dann mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das gefällte Hornsilber hatte indessen von etwas beigemengtem Schwefelsilber eine schwärzliche Farbe. Ich erhielt durch eine solche Analyse 1,937 Grm. Antimon und 6,886 Gr. Hornsilber, die 1,699 Chlor entsprechen. Das Resultat der Analyse war also:

53,27	Antimon
46,73	Chlor
100,00	

was noch genauer mit der berechneten Angabe gestimmt haben würde, wenn das Hornsilber frei von allem Schwefelsilber erhalten worden wäre.

Leitet man einen Strom von trocknem Chlorgas über metallisches Antimon, während diefs gelinde er-

hitzt wird, so erhält man ein ganz anderes Chlorantimon. Das Antimon verbrennt im Chlorgase mit sehr lebhafter Feuererscheinung und unter Funkensprühen, wenn es stark erhitzt wird und der Strom des Gases rasch hinüberstreicht, während eine sehr flüchtige Flüssigkeit abdestillirt. Diese ist farbenlos, oder nur ganz schwach gelblich; war aber Eisen im angewandten Antimon, so enthält sie zugleich auch braunes Chloreisen, das sich indessen in der Flüssigkeit nicht auflöst, sondern am Boden des Gefässes bleibt. Die Flüssigkeit gleicht in allen äussern Eigenschaften dem Spiritus fumans Libavii vollkommen. Sie riecht sehr empfindlich unangenehm; der Luft ausgesetzt raucht sie stark, zieht Wasser an und verwandelt sich dadurch anfänglich in eine weisse Masse, in welcher Krystalle anschiessen, die an der Luft zerfliessen, ohne wie die des festen Chlorantimons dabei milchig zu werden. Diese Erscheinung rührt von der Eigenschaft des flüssigen Chlorantimons her, die es mit dem Spiritus fumans Libavii theilt, durch Vermischen mit wenig Wasser zu einer krystallinischen Masse zu gestehen.

Wird das flüssige Chlorantimon mit mehr Wasser gemischt, so erwärmt sich die Mischung bedeutend, wird milchig, und setzt einen Bodensatz ab, der sich ganz wie Antimonsäurehydrat verhält. Denn in der Hitze ist er nicht flüchtig, beim gelinden Erhitzen giebt er Wasser und wird gelb; bei stärkerer Hitze wird er weiss. Die Flüssigkeit enthält Salzsäure. Da sich also dieses flüssige Chlorantimon durch Wasser in Salzsäure und Antimonsäure verwandelt, in diesem aber 5 Atome Sauerstoff mit einem Atom

Antimon verbunden sind, so muſs dieses Chlorantimon 5 Atome Chlor auf 1 Atom Antimon enthalten, oder es muſs zusammengesetzt seyn aus

42,15	Antimon
57,85	Chlor
100,00	

Ich habe das flüſsige Chlorantimon ganz auf die nämliche Weise untersucht wie das feste. Ich erhielt durch Schwefelwaſserstoffgas ein Schwefelantimon, das ebenfalls eine oraniengelbe Farbe hatte, jedoch eine hellere als die, welche das aus dem festen Chlorantimon erhaltene Schwefelantimon besaſs. Es enthielt, auf 1 Atom Antimon 5 Atome Schwefel, und mit trocknem Waſserstoffgase behandelt, verwandelte es sich in metallisches Antimon, während Schwefel sublimirt wurde und sich Schwefelwaſserstoffgas entband. Ich bekam 1,980 Gr. metallisches Antimon, und aus der vom Schwefelantimon abfiltrirten Flüſsigkeit, durch salpetersaures Silberoxyd, 11,764 Grm. Hornsilber, die 2,902 Chlor enthalten. Dieses Hornsilber enthielt indeſsen etwas mehr Schwefelsilber, als das bei der Analyse des festen Chlorantimons erhaltene. Das Resultat der Analyse war also:

40,56	Antimon
59,44	Chlor
100,00	

Dieſs weicht zwar etwas von dem berechneten Resultate ab; allein der Unterschied rührt nur von dem dem Hornsilber beigemengten Schwefelsilber her.

Leitet man trocknes Chlorgas über erhitztes Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel (gewöhnli-

ches Grauſpiesglanzes), ſo erzeugt ſich nicht das flüſſige Chlorantimon, ſondern es bildet ſich das feſte Chlorantimon und Chlorſchwefel, welche beide abdeſtillirt werden. Erhitzt man das Deſtillat in einem Glaſe mit enger Mündung bei ganz gelinder Wärme, ſo kann man den flüchtigern Chlorſchwefel vollſtändig verjagen, während feſtes Chlorantimon zurückbleibt, welches alle ihm zukommenden Eigenſchaften beſitzt. Es zerflieſst an der Luft zu einer milchigen Flüſſigkeit, der durch Vermiſchung mit Waſſer entſtandene Niederſchlag verflüchtigt ſich vollſtändig wie Antimonoxyd, und löſt man es in Waſſer auf, das Weinſteinſäure enthält, ſo erhält man mittelſt Hindurchſtrömen von Schwefelwaſſerſtoffgas, ein Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel.

Dieſes Deſtillat erzeugt ſich auch bei der Analyſe der Fahlerze durch Chlor. Man erhält hier ebenfalls nur $Sb Ch^3$ und $S Ch^2$. Sie bilden kein Doppelchloretum, ſondern der flüſſige Chlorſchwefel ſchwimmt über dem feſten Chlorantimon. Erwärmt man das Ganze bei ſehr gelinder Hitze, um das Chlorantimon zu ſchmelzen, ſo löſt es ſich zwar vollſtändig im Chlorſchwefel auf, und bildet mit ihm eine homogene Flüſſigkeit, aber beim Erkalten kryſtalliſirt das Chlorantimon aus der Flüſſigkeit, wodurch man ziemlich groſse Kryſtalle deſſelben erhalten kann, die man ſchnell durch Löſchpapier trocknen muſs, wenn man ſie ſo viel wie möglich vom anhängenden Chlorſchwefel befreien will. Ich habe ſie auf die oben angeführte Weiſe analyſirt, und dieſelbe Zuſammenſetzung gefunden, nur war der Chlorgehalt noch etwas gröſser als in der erſten Analyſe, weil es unmöglich iſt, die Kry-

stalle durchs Trocknen mit Löschpapier ganz vom anhängenden Chlorschwefel zu befreien.

Es ist merkwürdig, dass das flüssige Chlorantimon durch Chlor nur aus regulinischem Antimon, nicht aus Schwefelantimon entsteht *).

II. Verbindungen des Antimons mit Schwefel.

Ich habe viele Versuche über die Schwefelungsstufen des Antimons angestellt; und 3 gefunden, die den Oxydationsgraden dieses Metalls entsprechen, nämlich mit 3, 4 und 5 Atomen Schwefel.

Das Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel kennen wir von sehr verschiedenen Farben. Das Grauspiesglanzerz oder das Antimonium crudum in den Apotheken ist bleigrau, obgleich schon der Strich des sehr reinen Grauspiesglanzerzes röthlich ist. Seine Zusammensetzung kennen wir durch Ber-

*) Ich habe den Versuch, Chlor über Schwefelantimon streichen zu lassen, mehrere Male angestellt, und immer dasselbe Resultat erhalten. Da ich zuerst glaubte, es müsste hiebei $Sb\,Ch^5$ entstehen, was ich noch anderer Gründe wegen, die ich in der Folge anführen werde, vermuthen musste, und doch nur $Sb\,Ch^3$ erhielt, wenn ich in einem Gefässe mit enger Mündung den Chlorschwefel durch sehr gelinde Hitze davon trieb, so vermuthete ich, dass 2 Atome Chlor sich vom Chlorantimon getrennt und sich mit dem Chlorschwefel, mit ihm vielleicht $S\,Ch^4$ bildend, verflüchtigt hätten. Um eine solche Chlorverbindung des Schwefels zu finden, liess ich durch Chlorschwefel, der sorgfältig vom aufgelösten Schwefel durch Destillation gereinigt worden war, Chlorgas streichen. Der Chlorschwefel färbte sich etwas bräuner, aber es fand sonst keine Veränderung Statt, obgleich das Durchströmen des Gases lange fortgesetzt wurde.

zelius; es ist, da es sich ohne Rückstand in Salzsäure auflöst, und dabei nur Schwefelwasserstoffgas entwikkelt, dem Antimonoxyde analog, das 3 Atome Sauerstoff enthält.

Der mineralische Kermes hat, wie Berzelius zuerst gezeigt hat, ganz dieselbe Zusammensetzung *) und eine braunrothe Farbe. — Läſst man durch eine Auflösung, welche Antimonoxyd enthält, Schwefelwasserstoffgas streichen, so erhält man ein Schwefelantimon, das dem Antimonoxyd entspricht, also 3 Atome Schwefel enthält, das aber oraniengelb ist, und beinahe die Farbe des Goldschwefels hat. Durchs Trocknen indessen wird es bräunlicher, und in Hinsicht der Farbe dem Kermes immer ähnlicher, je älter es wird, mit dem es auch in der Zusammensetzung völlig gleich ist. Man erhält dieses Schwefelantimon, wenn man z. B. durch die Auflösung des Brechweinsteins, oder durch eine, mit Weinsteinsäure versetzte, Auflösung von Butyrum Antimonii, Schwefelwasserstoffgas streichen läſst.

Die nächste Schwefelungsstufe des Antimons mit 4 Atomen Schwefel bildet sich, wenn man durch eine Auflösung der antimonigen Säure Schwefelwasserstoff-

*) Ich analysirte Kermes minerale, den ich durch Kochen von Antimonium crudum mit einer Auflösung von kohlensaurem Kali bereitet, und so lange bei sehr mäſsiger Hitze getrocknet hatte, bis er kein hygroskopisches Wasser mehr enthielt, durch Wasserstoffgas. 0,719 Grm. Kermes gaben 0,520 metallisches Antimon. Er bestand also aus

72,32	Antimon
27,68	Schwefel
100,00	

gas ſtreichen läſst. Sie hat eine oraniengelbe Farbe, der des Goldſchwefels faſt gleich. Es iſt jedoch hiebei durchaus nothwendig, daſs zu der Flüſſigkeit *keine* Weinſteinſäure, ſondern nur Salzſäure geſetzt wird, um die Auflöſung mit vielem Waſſer verdünnen zu können *). Man erhält eine Auflöſung der antimonigten Säure am Beſten, wenn man Antimon in Königswaſſer auflöſt, die Auflöſung zur Trockne verdunſtet, die entſtandene Antimonſäure ſtark glüht, um ſie in antimonigte Säure zu verwandeln; dieſe ſchmilzt man dann mit kauſtiſchem Kali und behandelt die geſchmolzene Maſſe mit Salzſäure und Waſſer, bis man eine klare Flüſſigkeit erhalten hat. Eine ſolche Auflöſung mit Schwefelwaſſerſtoffgas behandelt, gab ein Schwefelantimon, das nach ſorgfältigem Trocknen, durch Waſſerſtoffgas analyſirt wurde und von dem ich aus 1,973 Grm. bei einem Verſuche, 1,305 Grm. metalliſches Antimon, aus 1,468 Grm. bei einem zweiten, 0,977 Grm. Antimon erhielt. Nach dem erſten Verſuche iſt alſo dieſes Schwefelantimon zuſammengeſetzt aus:

66,14	Antimon
33,86	Schwefel
100,00	

und nach dem zweiten aus

66,55	Antimon
33,45	Schwefel
100,00	

*) Man erhält ganz andere, ſehr merkwürdige Reſultate, wenn zu der Auflöſung der antimonigten Säure Weinſteinſäure gemiſcht wird. Dieſe ſollen der Gegenſtand einer beſondern Abhandlung ſeyn.

Die berechnete Zusammensetzung ist:

36,72 Antimon
33,28 Schwefel

100,00

Das Schwefelantimon mit 5 Atomen Schwefel, das der Antimonsäure entspricht, und der Rechnung nach aus 61,59 Antimon und 38,41 Schwefel besteht, ist der *Goldschwefel* der Pharmaceuten. Seine verschiedenen Bereitungen sind bekannt. Man erhält ihn auch, wenn man durch Auflösungen, die Antimonsäure enthalten, z. B. durch Auflösungen des flüssigen Chlorantimons in Wasser, das Weinsteinsäure enthält, Schwefelwasserstoffgas streichen läſst. Man erhält ein Pulver von oraniengelber Farbe, das sich nur wenig durch eine etwas hellere Farbe von dem Niederschlage unterscheidet, der durch Schwefelwasserstoffgas in Auflösungen entsteht, die Antimonoxyd enthalten. Nach dem Trocknen behält er seine Farbe.

Ich habe den Goldschwefel oder dieses Schwefelantimon auf 2 verschiedene Weisen analysirt. Zuerst trocknete ich ihn auf einer Kapelle bei so mäſsiger Hitze, daſs er nicht zersetzt werden konnte, so lange, bis er nach mehreren Wägungen nichts am Gewichte verlor. Dann hatte er alles hygroscopische Wasser verloren, von dem sich, so wie von einem Sauerstoffgehalt, den fast alle Chemiker in den verschiedenen Arten des Schwefelantimons, die auf nassem Wege bereitet worden sind, annehmen, bei der Analyse keine Spur zeigte. Die Analyse geschah nun gewöhnlich durch Wasserstoffgas, das über den erhitzten Goldschwefel geleitet wurde. Hiebei wurde Schwe-

felwasserstoffgas, nie Wasser gebildet, es sublimirte sich Schwefel, und metallisches Antimon blieb zurück. Dieses bildet nur dann einen zusammengeflossenen Regulus, wenn man auf diese Weise krystallisirtes Grauspiesglanzerz oder krystallisches Antimonium crudum analysirt. Sonst erhält man es in vielen kleinen Kügelchen, die nicht zusammenfliessen, oft gemengt mit schwarzen, nicht metallisch glänzenden Körnern, die indessen auch regulinisches Antimon sind; an der Luft mäſsig erhitzt, erhalten sie augenblicklich metallischen Glanz. Immer fand ich einen Theil des Antimons sublimirt, theils an der obern Fläche der Kugel, theils auch, wenn die Hitze während der Operation sehr stark gewesen war, in der Röhre. Ein auſserordentlich geringer Theil des Antimons wurde indeſs von dem Wasserstoffgas wirklich fortgeführt, das deswegen mit einer Flamme brannte, die einen unmerklichen Antimonrauch ausstieſs und an der Mündung der Röhre, wo das Gas entzündet wurde, eine höchst geringe Spur von Antimonoxyd absetzte. Ich schreibe dieſs weniger der Flüchtigkeit des regulinischen Antimons als der des Schwefelantimons zu. Aus diesem Grunde erhielt ich bei den meisten Analysen etwas weniger Antimon, als ich eigentlich erhalten sollte, und mehr Schwefel, da der Verlust für Schwefel genommen wurde. Einige Mal habe ich das Schwefelantimon auf die Weise analysirt, daſs ich es durch Königswasser oxydirte, Weinsteinsäure zu der Auflösung setzte, den ausgeschiedenen Schwefel absonderte, und die Schwefelsäure durch salzsauren Baryt fällte. Diese Methode ist indessen umständlicher, als die Analyse durch Wasserstoffgas.

Den Goldschwefel durch Schmelzen in einer kleinen Retorte in die niedrigste Schwefelungsstufe des Antimons zu verwandeln, und aus dem Gewichte des letztern die Zusammensetzung des erstern zu berechnen, giebt kein genaues Resultat, theils weil das Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel nicht ganz feuerbeständig ist, theils auch weil sich durch die atmosphärische Luft in der Retorte Antimonoxyd erzeugt, das mit dem sublimirten Schwefel im Halse der Retorte einen Crocus Antimonii bildet.

Ich führe nicht die Resultate der vielen Analysen über dieses Schwefelantimon im Maximum vom Schwefel an, weil sie zu wenig von der berechneten Zusammensetzung desselben abweichen.

III. Verbindungen des Schwefelantimons mit dem Antimonoxyd.

Man nennt bekanntlich diese Verbindungen in den Apotheken *Crocus Antimonii* und *Vitrum Antimonii*, in welchen das Schwefelantimon mit dem Antimonoxyd in vielen Verhältnissen verbunden seyn kann. Man hat auch *Kermes minerale* manchmal für eine solche Verbindung gehalten; Berzelius hat indessen gezeigt, daſs dieses in seiner Zusammensezzung sich nicht von dem Schwefelantimon mit 3 Atomen Schwefel unterscheidet, und die Analyse des Kermes, die ich oben angeführt habe, bestätigt dieſs.

Es giebt indessen eine Verbindung des Schwefelantimons mit dem Antimonoxyde in einem bestimmten Verhältniſs, und dieſs ist das *Rothspieſsglanzerz*. Das Resultat meiner Analyse weicht sehr von der ab,

das Klaproth gefunden hat *), der sich die ganze Menge des Antimons zugleich oxydirt und geschwefelt dachte, indessen nur den Gehalt des Antimons bestimmte, den Gehalt des Sauerstoffs nach Thénards Analyse des kastanienbraunen Antimonoxyds (das bekanntlich kein reines Oxyd ist) berechnete, und das, was nun noch am Gewichte des Ganzen fehlte für Schwefel nahm.

Ich analysirte das Rothspiesglanzerz, das ich durch die Güte des Hrn. Prof. Weiss erhielt, auf ähnliche Weise, wie die verschiedenen Arten des Schwefelantimons, durch Wasserstoffgas. Ich verband nur mit der Kugel, die das Erz enthielt, eine kleine gewogene Röhre mit salzsaurem Kalke. In einem Versuche erhielt ich aus 0,908 Gr. Rothspiesglanzerz 0,676 Gr. metallisches Antimon und 0,054 Gr. Wasser, oder 74,45 Procent Antimon und 5,29 Sauerstoff, in einem andern aus 0,978 Gr. 0,740 Gr. Antimon und nur 0,047 Gr. Wasser, oder 75,66 Antimon und 4,27 Sauerstoff. — 0,348 Gr. des Erzes wurden durch Königswasser vollständig oxydirt, die Auflösung mit Weinsteinsäure versetzt und mit salzsaurem Baryt niedergeschlagen. Ich erhielt 0,517 Gr. schwefelsauren Baryt, die 20,49 Procent Schwefel entsprechen.

*) Beitr. III p. 182. Klaproth giebt hier als Bestandtheile des Rothspiesglanzerzes an:

67,8 Antimon
10,80 Sauerstoff
19,70 Schwefel
———
98,3

Nimmt man aus den beiden ersten Analysen das Mittel des Sauerstoffs oder 4,78 Proc., und rechnet so viel Antimon hinzu, als nöthig ist um Antimonoxyd zu bilden, so reicht die übrigbleibende Menge Antimon gerade hin, wenn man kleine Fehler übersieht, um Schwefelantimon (SbS^3) mit dem Schwefel zu bilden. Man wird ferner finden, daſs sich die Menge des Antimonoxyds zur Menge des Schwefelantimons verhält, wie ein einfaches Atomengewicht des erstern zu einem doppelten des letztern, so daſs das Rothspiesglanzerz zusammengesetzt ist aus 1 Atom Antimonoxyd und aus 2 Atomen Schwefelantimon, oder aus

69,86 Schwefelantimon	19,02	Schwefel
	50,84	Antimon
30,14 Antimonoxyd	25,41	Antimon
	4,73	Sauerstoff

Die chemische Formel ist also $\dddot{Sb} + 2 Sb S^3$, welche schon früher Berzelius für das Rothspiesglanzerz vermuthet hatte.

Diese Zusammensetzung ist deshalb merkwürdig, weil sie das einzige Beispiel eines krystallisirten und eines in der Natur vorkommenden Oxysulphuretums ist.

IV.

Ueber einige Fälle der Bildung von Ammoniak und über die Mittel, das Daſeyn kleiner Antheile von Stickſtoff in gewiſſen Zuſtänden nachzuweiſen;

von

Hrn. Faraday *).

Die Wichtigkeit der Frage über die einfache oder zuſammengeſetzte Natur irgend eines beim gegenwärtigen Zuſtand der Chemie als elementar betrachteten Stoffes iſt ſo groſs, daſs jede dahin zielende Experimentaluntersuchung annehmbar wird, wie unvollkommen ſie übrigens auch ſeyn mag. Eine ſolche Anſicht hat mich bewogen, die nachſtehenden Verſuche über die Ammoniakbildung aus Stoffen, die anſcheinend keinen Stickſtoff enthielten, bekannt zu machen. Ich ſelbſt halte dieſe Verſuche zwar nicht für befriedigend, um die Bildung des Ammoniaks ohne Stickſtoff darzuthun; indem ich geneigt bin zu glauben, daſs ſämmtliche Reſultate von der Schwierigkeit herrühren, den Stickſtoff gänzlich auszuſchlieſsen und ſeine Gegenwart durch Ammoniakbildung nachzuweiſen. Allein, da ich ungeachtet meiner gröſsten Anſtrengung vergebens mich zu überzeugen bemühte, daſs Ammoniak nicht ohne vorhandenen Stickſtoff gebildet werden könne, ſo darf ich wohl

*) Journ. of Sc. No. XXXVII. p. 16. Frei überſetzt.

vorausſetzen, daſs die erhaltenen, wenn gleich unvollkommenen, Reſultate, nicht ohne Intereſſe ſeyn werden.

Als ich vor einiger Zeit Veranlaſſung hatte, eine organiſche Subſtanz auf einen etwaigen Stickſtoffgehalt zu prüfen, ward ich durch den Unterſchied in den Reſultaten überraſcht, wenn man ſie entweder für ſich allein oder mit Kalihydrat in einem Glasrohr erhitzte; denn im letzteren Falle entwickelte ſich eine groſse Menge Ammoniaks, was im erſteren nicht Statt fand. In der Vorausſetzung, daſs das Kali hier die Verbindung des in der Subſtanz enthaltenen Stickſtoffes mit Waſſerſtoff begünſtige, glaubte ich, es könne daſſelbe ein empfindliches Prüfungsmittel für die Gegenwart des Stickſtoffes in einer Subſtanz abgeben, und ward deshalb veranlaſst, die Genauigkeit deſſelben durch Erhitzung mit einer Stickſtofffreien Subſtanz zu unterſuchen, wie z. B. mit Holzfaſer, Zucker u. ſ. w. Ich war erſtaunt, Ammoniak noch ebenfalls unter den Reſultaten des Verſuches zu erhalten. Dieſs führte zu Verſuchen mit anderen Pflanzenſtoffen, als mit einigen näheren Beſtandtheilen, Säuren, Salzen u. ſ. w. Sie alle gaben Ammoniak in gröſserer oder geringerer Menge und zuletzt fand ich ſogar, daſs einige Metalle, auf gleiche Art behandelt, dieſelben Reſultate lieferten; ein Umſtand, der dieſe Verſuche ſehr zu vereinfachen ſchien.

Um hiebei am Einfachſten zu verfahren, gebe man ein Stück glänzender Zinkfolie in ein am Ende geſchloſſenes Glasrohr von ungefähr ¼ Zoll Durchmeſſer, laſſe ein Stück Kali auf das Zink fallen und ſtecke einen Streifen Curcumäpapier, mit reinem Waſſer ſchwach befeuchtet, ſo weit zum

Rohre hinein, daſs der angefeuchtete Theil noch ungefähr um 2 Zoll von dem Kali absteht. Nun bringe man das Rohr in eine geneigte Lage, stelle eine Spiritusflamme darunter und schmelze das Kali, so, daſs es auf das Zink herabflieſst. Man erhitzt darauf die Stoffe, während sie in Berührung sind, mit der Sorgfalt, daſs kein Sieden entsteht, welches das Kali in die Höhe treiben könnte. Innerhalb einer oder zweier Sekunden wird das Curcumäpapier an dem befeuchteten Ende geröthet erscheinen, vorausgesetzt, daſs jener Theil der Röhre, in welcher sich dasselbe befindet, nicht erhitzt wurde. Zieht man nun das Curcumäpapier zur Röhre heraus und legt das geröthete Ende auf den heiſsen Theil der Röhre, so wird die ursprüngliche gelbe Farbe wieder hergestellt, zum Beweise, daſs Ammoniak gebildet wurde, was auch, wie man späterhin ersehen wird, durch anderweitige Untersuchungsmethoden bestätigt wird.

Zuerst vermuthete ich, daſs atmosphärische Luft die Quelle des Stickstoffes sey und wiederholte deshalb den Versuch in Wasserstoffgas; allein mit dem nämlichen Erfolg.

Darauf war ich der Meinung, das Kali möchte zufällig eine thierische oder andere Substanz berührt haben, und brachte daher dasselbe zuerst für sich zum Rothglühen und sah darauf, daſs es hernach nur völlig gereinigtes Glas und Metall berührte. Dennoch wurden dieselben Resultate erhalten. Das gebrauchte Zink, von einem compacten Stück Folie genommen, ward mit Werg, getaucht in Kalilauge, wohl gereinigt, mit Kalilösung gewaschen, wiederholt mit de-

stillirtem Wasser gekocht und darauf nicht durch Abwischen, sondern in einer erhitzten Atmosphäre, getrocknet. Dessen ungeachtet waren die erhaltenen Resultate die nämlichen.

Alle diese Vorsichtsmaassregeln gegen eine Verunreinigung durch das Betasten fand ich wesentlich nöthig. Als Beleg hiezu führe ich an, dass ich gewissen Meeressand eine halbe Stunde lang in einem Tiegel glühte, ihn darauf auf eine Kupferplatte schüttete und erkalten liess. Als er abgekühlt war schüttete ich ungefähr 12 Gran von demselben in eine saubere Glasröhre; eine andere gleiche Menge schüttete ich auf die Hand, betrachtete sie ein wenig, indem ich sie mit dem Finger umrührte und brachte sie darauf mit Platinblech in eine andere Röhre, wobei ich Sorge trug, keine thierische Substanz anderweitig mit den Sandkörnern in Berührung zu setzen. Als die erste Röhre darauf erhitzt ward, gab sie kein Zeichen von Ammoniak mit Curcumäpapier, wohl aber die zweite in sehr entscheidender Menge.

Zur Vorsicht wegen eines anhängenden Schmutzes würden die angewandten Röhren nicht mit Tuch oder Werg gereinigt, sondern ungebrauchte Röhren genommen, dieselben zuerst bis zum Rothglühen erhitzt und alsdann Luft durch sie hindurch geleitet; auch das Zink und Kali ward zu diesen nur dann angewandt, nachdem kleine Antheile von demselben geglüht und untersucht waren, ob sie auch für sich Ammoniak lieferten.

Ich hielt es darauf für möglich, dass das Kali während seiner Bereitung ein kleines Quantum irgend einer Salpeter- oder Cyan-Verbindung aufge-

nommen haben könnte. Deshalb bereitete ich kohlensaures Kali aus reinem Weinstein, machte es unmittelbar vor seinem Gebrauch durch gebrannten Kalk ätzend, trennte die kaustische Lauge durch Abgiessen vom kohlensauren Kalk, damit sie nicht durch das Filter mit irgend einer thierischen oder vegetabilischen Substanz in Berührung komme, und kochte sie darauf in sauberen Fläschchen ein. Das erhaltene Kali, obgleich es für sich erhitzt keine Spur von Ammoniak gab, zeigte dennoch dasselbe, wenn es mit Zink erhitzt ward.

Das gebrauchte Wasser war destillirtes, und ward in Fällen, wo es nöthig schien, zwei ja selbst drei Mal der Destillation unterworfen. Die Versuche des Hrn. Humphry Davy *) zeigen, wie hartnäckig kleine Antheile Stickstoff vom Wasser zurückgehalten werden und dass unter gewissen Umständen der Stickstoff Ammoniak erzeugen kann. Ich glaube nicht, diese Fehlerquelle völlig vermieden zu haben.

Um zuletzt jede mögliche Quelle einer Verunreinigung des Kalis zu verhüten, bereitete ich dasselbe aus Kalium. Da der Versuch mit diesem alle Vorsichtsmaassregeln hinsichtlich der Entfernung des Stickstoffes einschliesst, so will ich denselben genau beschreiben; er zeigt zugleich den Weg, der bei den anderen zahlreichen Versuchen befolgt ward. Eine neue Glasröhre von ungefähr einem halben Zoll im Durchmesser ward zuerst sauber abgewischt, dann zum Rothglühen erhitzt und zugleich ein Luftstrom

*) Phil. Trans. 1807. p. 11. (Gilb. XXVIII. 15.)

hindurch geleitet; ein 6 Zoll langes Stück ward mit der Glasbläserlampe abgenommen und an einem Ende zugeschmolzen. Destillirtes Wasser ward in einer neuen Glasretorte erhitzt, und wann ungefähr die Hälfte überdestillirt war, der Hals der Retorte in jene zuvor erwähnte Röhre gesteckt, und eine geringe Menge Wasser (ungefähr 50 Gran) in derselben condensirt. Darauf wählte ich ein festes dichtes Stück Kalium aus, wischte es mit Leinwand ab und legte es auf eine saubere Glasplatte; mit einer scharfen Lancette entfernte ich die äussere Rinde bis zu einer beträchtlichen Tiefe, und brachte die mit einer Zange aus dem Innern der Masse genommenen Antheile ebenfalls in jene Glasröhre. Das in dieser enthaltene Wasser ward natürlicher Weise zersetzt, und die Röhre mit Hydrogengase erfüllt; sobald sich eine hinlängliche Menge Kalilösung dadurch gebildet hatte, ward die Röhre über einer Lampe erhitzt, und ungefähr 2 Zoll weit vom verschlossenen Ende zu einem Haarröhrchen ausgezogen (Fig. 8.). In diesem fast geschlossenen Gefässe ward die Lösung weiter verdampft, bis zuletzt das Kalihydrat geschmolzen, auf dem Boden der Röhre zurückblieb. Die Oeffnung der Röhre ward nun vollends verschlossen, und das Ganze zum Erkalten bei Seite gesetzt.

Hierauf suchte ich eine neue Glasröhre von 0,3 Zoll Weite aus, und leitete unter Erhitzung bis zum starken Rothglühen Luft durch selbige hindurch; ein Stück von nahe 10 Zoll ward von derselben abgeschnitten, in der Gegend des einen Endes durch Hitze erweicht und hier zu einem kleineren Durchmesser ausgezogen (*a* Fig. 9.). Diesen Theil befestigte ich

in eine Hülse, durch welche es späterhin mit einem, Wasserstoffgas enthaltenden, Recipienten in Verbindung gesetzt werden konnte. Jetzt zerstiess ich die Röhre mit dem Potassium-Kali in einem Agatmörser und brachte mit einer Metallzange ein Kalistück zum offenen Ende der Röhre hinein, so dass es bis zu dem zusammengezogenen Theil derselben gelangte; steckte eine Rolle Zinkfolie, ungefähr einem Gran schwer und auf die zuvor beschriebene Art gereinigt, hinein, und darauf noch mehr von dem Kali. Alsdann bog ich die Röhre nahe um die Mitte in einen rechten Winkel, steckte einen Streifen Curcumäpapier bis über die Biegung hinein und füllte nun den Apparat mit Wasserstoffgas.

Zur Reinheit des Wasserstoffgases wurden folgende Vorsichtsmaassregeln getroffen. Eine gewisse Menge Wasser ward in einem verschlossenen, kupfernen Kessel eine halbe Stunde lang im Sieden erhalten und nachdem es über Nacht im Kessel erkaltet war, mit ihm, kurz vor dem Gebrauche ein pneumatischer Trog angefüllt. Das Wasserstoffgas ward aus reinem Zink bereitet, das man in eine Entwicklungsflasche brachte, die ganz mit ausgekochtem Wasser angefüllt ward; die Schwefelsäure ward durch das Wasser hindurch gegossen, das Gas gesammelt und der überschüssigen Flüssigkeit das Abfliessen erlaubt. Das Wasserstoffgas ward auf die gewöhnliche Art in Flaschen gesammelt, die mit Wasser aus dem Troge gefüllt waren und diese Aufbewahrungsflaschen wurden beim Füllen gänzlich unter das Wasser getaucht, so dass die Luft von jedem Theile, selbst von dem Hahne, gänzlich ausgeschlossen war. Die erste Flasche voll

Gas ward zurückgesetzt und nur die späteren Portionen gebraucht.

Als das Gas bereitet war, vereinigte ich die eigentliche Versucheröhre mit der Aufbewahrungsflasche durch ein Verbindungsglied, so dass der Theil mit dem Zink und dem Kali horizontal lag und der übrige Theil unmittelbar senkrecht hinabstieg. Ein Becher mit reinem Queckfilber, in welchem dieses eine Höhe von ungefähr 1 Zoll einnahm, ward unter das offene Ende der Röhre gestellt und indem ich nun die Flasche mit dem Hydrogen geöffnet und zur Hervorbringung eines hinlänglichen Druckes in dem Wasser der pneumatischen Wanne niedergedrückt hatte, strich das Wasserstoffgas durch die Röhre und trieb alle atmosphärische Luft vor sich her. Sobald von jenem 100 bis 150 Kubikzoll oder das 200 bis 250fache des Inhalts der Röhre hindurch geleitet waren, wurde der Becher mit Quekfilber so viel wie möglich erhöht, um den weiteren Uebergang von Gas zu verhindern, der Druck in der Wasserwanne auf die Flasche zum Theil entfernt und der Hahn an dieser geschlossen. Nun senkte ich den Becher mit Queckfilber so weit, dass der Spiegel des Metalles in diesem niedriger stand, als in der Röhre, und schmolz endlich den zusammengezogenen Theil der Röhre mit einer Spirituslampe zu, ohne dass Luft in selbigen hineintrat; der Apparat ward hiedurch von der Flasche und der Wanne völlig abgeschieden.

Es waren hier also alle erdenklichen Vorsichtsmaassregeln getroffen, um den Stickstoff zu entfernen, aber dessen ungeachtet, wenn eine Lampe unter das Zink und Kali gestellt ward, so schmolz das Kali

kaum und mengte sich mit dem. Metall, als schon Ammoniak entwickelt ward und das Curcumäpapier braun färbte; die ursprünglich gelbe Farbe desselben kam wieder zum Vorschein, so wie man diesen Theil der Röhre erwärmte.

Noch begieriger dadurch gemacht, ein Kali zu erhalten, das durchaus von jeder Quelle von Stickstoff frei wäre, erhitzte ich etwas Kali mit Zink, in der Meinung, dadurch jede Substanz zu vertreiben, die zur Ammoniakbildung Anlaſs geben könnte. Ich löste es darauf in reinem Wasser auf, lieſs die Flüssigkeit sich absetzen, und goſs das Klare in eine andere Flasche, in welcher ich es durchs Sieden verdampfte. Das so bereitete Kali gab dennoch Ammoniak, wenn es mit Zink im Hydrogengase erhitzt ward.

Daſs die bei den Versuchen im Hydrogengase erzeugte Substanz wirklich Ammoniak sey, ward geschlossen: aus der Veränderung der Farbe des Curcumäpapiers ins Braunrothe; aus dem Verschwinden dieser Farbe und Herstellung der gelben, wenn man jenes erhitzte; aus der Lösbarkeit der Substanz in Wasser, welche daraus hervorgeht, daſs das befeuchtete Ende des Papieres eine tiefere Farbe besaſs als das trockene; aus ihrem Geruch und endlich aus ihrer Eigenschaft mit den Dämpfen von Salzsäure dicke weiſse Nebel zu bilden. War sie in offenen Röhren gebildet, so ward ihre Natur dadurch weiter erwiesen, daſs sie Säuren sättigte, geröthetes Lackmuspapier wieder blau färbte und einer Lösung von schwefelsaurem Kupfer in kleinen Tropfen auf weiſses Papier gebracht, eine dunkelblaue Farbe gab; endlich

auch, auf Anrathen des Dr. Paris, durch Einführung eines Papierstreifens in die Röhre, der mit einer zusammen gemischten Lösung von salpetersaurem Silber oder arseniger Säure befeuchtet war, und augenblicklich die gelbe Farbe des arsenigsauren Silbers annahm.

Die obigen Versuche über die Bildung von Ammoniak aus Substanzen, die nachweisbar keinen Stickstoff enthielten, riefen mir diejenigen ins Gedächtniss, welche Hr. Woodhouse aus Philadelphia über die Wirkung des Wassers auf geglühte Gemenge von Holzkohle und Kali anstellte, durch welche ebenfalls viel Ammoniak erzeugt ward *), so wie die scharfe Prüfung derselben, welche der Präsident der K. Gesellschaft bei seinen Untersuchungen über die Natur der elementaren Körper anstellte **). Hr. Humphry Davy fand nämlich, dass, wenn man einen Theil Kali mit 4 Theilen Holzkohle geglüht hatte, und das Gemenge, nachdem es bei Ausschluss der Luft erkaltet war, mit Wasser übergoss und destillirte, eine geringe Menge von Ammoniak entwickelt ward. Ferner, dass, wenn die Operation mit demselben geglühten Gemenge ein zweites Mal wiederholt ward, diese Menge sich verminderte; bei einer dritten Operation sie noch merklich war und endlich bei einer vierten fast ganz verschwand. Dieselbe Mischung gewann aber durch einen neuen Zusatz von Kali abermals die Kraft, für drei oder vier wieder-

*) Nicholson's Journ. XXI. 290.

**) Phil. Transact. 1809. p. 100. 1810. p. 43. (Gilb. Annal. Bd. 35. S. 471. Bd. 37. 163.)

holte Operationen Ammoniak zu erzeugen; und wenn eine Mischung aufgehört hatte, Ammoniak zu erzeugen, so erhielt sie diese Kraft nicht wieder durch das Erkalten an der Luft.

Sir Humphry Davy enthielt sich jedoch irgend eine Folgerung hieraus zu ziehen, indem er bemerkte, daſs, bevor nicht das Gewicht der hier angewandten und erzeugten Stoffe mit einander verglichen seyen, keine genaue Entscheidung der Frage gegeben werden könne. Die Behutsamkeit eines Mannes, dessen Urtheil einen so hohen Standpunkt in der Chemie einnimmt, kann man nicht anders als nachahmen; deshalb ziehe ich weder aus den zuvor beschriebenen, noch weiterhin zu erwähnenden Versuchen irgend eine bestimmte Folgerung. Da ich jedoch glaube, daſs sie zur Erläuterung dieser Aufgabe dienen können, so wage ich es sie zu geben, indeſs nicht mit dem strengsten Detail des vorhergehenden Versuches, sondern mehr auf eine allgemeinere Weise.

Kali ist nicht die einzige Substanz, welche diese Wirkung mit Metallen und Pflanzenstoffen erzeugt. Soda zeigt sie gleichfalls; eben so Kalk und Baryt, doch ist der letztere nicht so wirksam als der erstere. Die gewöhnlichen Metalloxyde, wie z. B. Kupfer-, Mangan-, Zinn-, Bleioxyd u. s. w. zeigen keine Wirkung dieser Art.

Wasser oder dessen Elemente, scheinen wesentlich für den Versuch zu seyn. Dem Kali und Natron im Zustande als Hydrat ist das Wasser wesentlich. Kali so viel wie möglich durch Erhitzung getrocknet, erzeugt kein Ammoniak mit Zink; aber in reinem Was-

ſer wieder aufgelöſt und zur Trockne verdampft, bleibt mehr Waſſer in demſelben zurück, wie zuvor, und alsdann findet, wie gewöhnlich, Ammoniakbildung Statt. Reiner Aetzkalk mit ſehr trockner Leinwand erhitzt, erzeugt kaum eine Spur von Ammoniak, während die nämliche Leinewand daſſelbe mit Kalkhydrat ſehr reichlich ausſtöſst.

Die Metalle ſcheinen mit dem Kali durch oder zufolge ihres Abſorbtionsvermögen für Sauerſtoff zu wirken. Kalium, Eiſen, Zink, Zinn, Blei und Arſenik entwickeln viel Ammoniak, während Platinſchwamm, Silber, Gold u. ſ. w. keine Wirkung dieſer Art erzeugen. Eine geringe Menge eines dünnen, glänzenden Eiſendrahtes in ſchmelzendes Kali gethan, das ſich auf dem Boden einer Glasröhre befindet, veranlaſst die Entwicklung einer geringen Menge Ammoniaks, aber ſie hört bald auf und der Draht beſchlägt auf ſeiner Oberfläche. Die Einführung einer zweiten Portion von glänzendem Draht veranlaſst eine abermalige Ammoniakentwicklung. Reiner Kupferdraht in geſchmolzenes Kali gethan, entwickelt Ammoniak in geringer Menge und verliert ſeinen Glanz.

Von den Pflanzenſtoffen, in welchen man keinen Stickſtoff annimmt, wurden unter anderen folgende mit trocknem Kali behandelt, und zwar in Röhren, zu denen die Luft Zutritt hatte: Holzfaſer, bereitet indem man Leinwand anfänglich mit ſchwacher Kalilauge, dann mit Waſſer, hierauf mit ſchwacher Säure, und endlich wieder mit Waſſer kochte; kleeſaures Kali, kleeſaurer Kalk, weinſteinſaures Blei, eſſigſaurer Kalk, und Asphalt; ſie alle gaben ſehr auffallende Mengen mit Curcumä- oder Lackmuspa-

pier. Effigfaures Kali, effigfaures Blei, weinfteinfaures Kali, benzoëfaures Kali, kleefaures Blei, Zucker, Wachs, Olivenöl und Naphthaline erzeugten Ammoniak in geringerer Menge. Harz fchien kein Ammoniak zu liefern, eben fo konnte daffelbe nicht entdeckt werden, wenn Kali in Alkohol- oder Aetherdämpfen oder in Oelbildendem Gafe erhitzt ward.

Es mufs bemerkt werden, dafs die Menge des angewandten Kalis einen grofsen Einflufs zu haben fchien; Zucker zum Beifpiel, mit welchem ein wenig Kali nur fchwierig Spuren von Ammoniak lieferte, gab daffelbe fehr leicht, wenn die Menge des Kali verdoppelt oder verdreifacht ward; und Leinwand, welches mit Kali fehr leicht Ammoniak lieferte, gab es noch leichter und in gröfserer Menge, wenn man den Kalizufatz vermehrte.

Die Verfuche mit den Subftanzen, die Kohlenftoff enthalten, haben wegen der Gegenwart diefes Körpers Aehnlichkeit mit den Verfuchen des Hrn. Woodhouse. Ob diefe Subftanzen genau wie Holzkohle wirken, läfst fich nicht eher entfcheiden, als bis die Art diefer Wirkung genau unterfucht ift; jedoch find anfcheinend einige fehr grofse Verfchiedenheiten da. In den Verfuchen mit der Holzkohle erfcheint das Ammoniak erft nach dem Glühen und nach dem Zufatz von Waffer; hingegen bei mehreren Verfuchen, wie fie hier befchrieben wurden, entwickelte fich das Ammoniak früher als die auf einander wirkenden Subftanzen verkohlt waren. Wenn fo z. B. zerfchnittene Leinwandfafer in einer Röhre mit Kalkhydrat gemifcht und erhitzt ward, fo entwikkelte fich Ammoniak fchon alsdann, wenn die Hitze

noch nicht höher gestiegen war, als eben die Leinwand schwach braunroth zu färben; und kleesaures Kali in einer Röhre mit Kali erhitzt, giebt viel Ammoniak früher als irgend eine Schwärzung erzeugt ist.

Hrn. Woodhouse's Versuche können leicht wiederholt werden, obschon nicht völlig auf gleiche Art, wenn man ein wenig weinsteinsaures Blei mit Kali in einer Röhre über der Weingeistflamme erhitzt, das Wasser und die ersten Producte vertreibt, und nun den Rückstand zum starken Rothglühen bringt. Läfst man auf den Rückstand, nachdem er erkaltet ist, einen Tropfen Wasser fallen, und erhitzt ihn darauf, so kommt mit dem Wasser zugleich Ammoniak zum Vorschein.

Ich ward im Verlauf meiner Untersuchungen zu wiederholten Malen veranlasst, zu versuchen, ob Kali oder Kalk, für sich allein erhitzt, Ammoniak lieferten; waren diese aber wohl bereitet und die gebrauchten Röhren vollkommen sauber, so gaben sie keine Spur von jenem. Kalkhydrat schien durch dreitägiges Aussetzen der Luft die Eigenschaft erlangt zu haben, bei Erhitzung, ein wenig Ammoniak zu geben; Aetzkalk eben so behandelt, gab jedoch etwas stärkere Anzeigen von demselben. Kali zeigte gleichfalls eine solche Wirkung und zwar entscheidender, wenn es zuvor mit Zink erhitzt war und Zinkoxyd enthielt. Etwas Kali und Zink wurden zusammen erhitzt; ein Theil hievon ward unmittelbar in eine saubere Flasche gethan, die man darauf verschloss; ein anderer Theil ward in reinem Wasser gelöst, das Klare abgegossen, die Lösung in einer bedeckten

Wedgewoodschen Schaale abgeraucht und darauf in einem verschlossenen Gefäfse auf 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach Ablauf dieser Zeit gab die erste Portion, in einer Röhre erhitzt, nur zweifelhafte Spuren von Ammoniak, die letztere gab indess sehr deutliche Beweise von dessen Gegenwart, anscheinend als habe sie die Substanz, welche die Quelle des Ammoniaks war, während der Operation aus der Luft angezogen. Weisser Thon aus Cornwall, welcher rothglühend gemacht und darauf eine Woche lang der Luft ausgesetzt ward, gab reichlich Ammoniak, wenn man ihn in einer Röhre erhitzte. Wurde derselbe in gut verstopften Flaschen aufbewahrt, so ward dieser Effect nicht erzeugt.

Diess sind die allgemeinen und einige der besonderen Thatsachen, welche ich in Bezug auf diese anomale Ammoniakbildung beobachtet habe. Ich habe mich aller Schlüsse über die Wahrscheinlichkeit einer zusammengesetzten Natur des Stickstoffs enthalten, indem alles, was man über dieses Element erdenken mag, nur als eine individuelle Ansicht gerechtfertigt werden könnte. Ich habe mich bemüht, die Hauptversuche so untadelhaft wie möglich anzustellen, indem ich jede Quelle von Stickstoff ausschloss; jedoch muss ich bekennen, dass ich selbst nicht überzeugt bin, ob dieses mir vollkommen gelang. Die Resultate scheinen mir von der Art zu seyn, dass sie Aufmerksamkeit verdienen, und sollte es auch späterhin bewiesen werden, dass Stickstoff auf einen nicht geahneten Wege hinzutrat, so werden sie doch zeigen, dass Hitze für sich, oder Hitze

und Kali, mittelst der Ammoniakbildung ein empfindliches Prüfungsmittel für die Gegenwart dieses Elementes abgiebt.

Hinsichtlich der Empfindlichkeit dieses Prüfungsmittels bemerke ich, dass man dadurch mit Leichtigkeit den Stickstoff in gewissen Verbindungszuständen entdecken kann, in welchen die Chemiker ihn zuvor gewiss nicht ahneten. Eine Portion Asbest, rothglühend gemacht und darauf mittelst metallener Zangen in eine Röhre gebracht, gab bei Erhitzung kein Ammoniak; hingegen eine andere Portion, die mit dem Finger zusammen gedrückt und in die Röhre gebracht ward, sogleich Ammoniak lieferte, als man sie erhitzte. Eine sehr geringe Menge von Salpeter zu Kalihydrat hinzugefügt und mit ihm heftig geglüht, giebt kein Ammoniak; bringt man aber ein kleines Stück Zinkblech hinein, so wird auf Erhitzung sogleich eine reichliche Entwicklung jener Substanz veranlasst.

Auch der Umstand, dass Kalk und andere Substanzen Etwas aus einer bewohnten Luft absorbiren, was hernach bei Untersuchung Ammoniak entwikkelt, ist sehr interessant. Hr. Dr. Paris bemerkte gegen mich, dass diess Vermögen wahrscheinlich eine Anwendung bei Untersuchung der Luft aus angesteckten und bewohnten Orten finden möge, und dass es vielleicht Mittel an die Hand gebe, solche Atmosphären nach sicheren Grundsätzen zu untersuchen.

V.

Ueber eine verunſtaltete Nachricht von der bekannten Wetterharfe zu Baſel;

von

E. F. F. Chladni.

Im Londner *Journal of science* No. XXXVI. p. 379 wird eine aus dem *New Monthly magazine* XII. 440 entlehnte Nachricht mitgetheilt von der längſt bekannten vormaligen Wetterharfe oder Rieſenharfe zu Baſel, wo lange, etwas ſtarke Eiſendrähte geſpannt waren, die bei Veränderung des Wetters auf mannigfache Art tönten. Hierüber habe ich in meiner *Akuſtik* in der erſten Note zu §. 53 das Nöthige geſagt, und es hat auch ſchon Lichtenberg im *Göttingiſchen Taſchenkalender* 1789, S. 179 davon Nachricht gegeben; es würde alſo, da man dieſes nachſehen kann, hier eine weitere Beſchreibung überflüſſig ſeyn. Nun iſt dieſe Nachricht in den hier angeführten engliſchen Zeitſchriften ſehr verunſtaltet worden; es wird nämlich geſagt: „*a gentleman of Burkil*" bei Baſel habe dieſe Einrichtung gemacht; es iſt aber der *Pater Ventan*, *Propſt zu Bürkli*, der Urheber geweſen; ferner wird als Eigenthümer des Lokals ein *Capitain Hans* genannt, da es doch der Hauptmann *Haas*, der Vater des ausgezeichneten Buchdrucker *Haas* in Baſel, geweſen iſt.

Daſs die Dräthe tönten, wenn ſie zwiſchen N u. S., nicht aber wenn ſie zwiſchen O u. W geſpannt waren, davon iſt die Urſache nicht etwa in einer elektromagnetiſchen Wirkung zu ſuchen, ſondern darin, daſs in der dortigen Gegend, wegen des von O nach W ſich erſtreckenden Rheinthales, welches etwas weiter hin eine mehr nördliche Richtung nimmt, die meiſten Winde ſich (ſo wie es auch im Neckarthale bei Heidelberg der Fall iſt) zu Weſtwinden oder Oſtwinden umändern. Wenn die Saiten alſo in der Richtung des Meridians geſpannt waren, konnten die Winde in die Quere darauf wirken, welches aber nicht geſchehen konnte, wenn die Saiten in der Richtung des Windes geſpannt waren. Ueberhaupt ſind viele Phyſiker, Chemiker, Aerzte u. ſ. w. gar zu geneigt, eine künſtliche Erklärung einer einfachern vorzuziehen, und manches als dynamiſche oder chemiſche Wirkung anzuſehen, was ſich doch auf eine weit einfachere Art durch eine blos mechaniſche Wirkung erklären läſst.

Eben ſolche harmoniſch-meteorologiſche Beobachtungen, wie die mit der Rieſenharfe oder Wetterharfe zu Baſel, ſind auch von Gaetano Berrettari angeſtellt worden, wovon Carradori in dem *Giornale di chimica di Brugnatelli*, t. XVIII. Nachricht gegeben hat, die auch in meiner *Akuſtik* S. 306 mit einigen Bemerkungen mitgetheilt ſind.

Weit ärger, als die hier erwähnte Nachricht, iſt ſchon manches andere von mir Geſagte in manchen auswärtigen, beſonders in engliſchen Zeitſchriften verunſtaltet worden. So iſt z. B. im *Edinburgh Philos. Journal*, No. 2, Oct. 1819, p. 221 in ein von mir im

Journal de Physique, *Oct. 1818*, p. 272 gegebenes Verzeichniss der Meteorsteinfälle (von dem ich bald eine Fortsetzung zu liefern gedenke) eine Menge von Unrichtigkeiten eingemengt, und fast jede Seite wimmelt von Verdrehungen der Namen von Personen und Orten, so dass ich sehr zufrieden seyn kann, dass man nicht für gut gefunden hat, mich als den Hauptverfasser zu nennen, sondern nur meinen Aufsatz unter den benutzten zu erwähnen. So hat man auch den Meteorsteinfall 1819 den 13. Oct. nicht weit von Gera oder Köstritz, aus dem Fürstenthum Reuss nach Russland versetzt. So ist auch in einer andern Zeitschrift der Meteorsteinfall 1552 den 19. Mai bei Schleusingen, welches man mit Schleissheim bei München verwechselt hat, aus Thüringen nach Baiern versetzt worden, und wieder in einer andern hat man bei dem Falle dreier grossen Steine in Thracien im Jahre 452 statt des von mir angeführten Chronicon des Marcellinus Comes den Ammianus Marcellinus genennt, welcher doch zu der Zeit schon längst nicht mehr lebte. Wenn also Jemand etwas von mir Gesagtes auf eine gar zu unrichtige Art wiedergiebt, so ist es nicht meine Schuld. Ueberhaupt scheint es, als ob so Mancher im Auslande, besonders in England, es unter seiner Würde hielte, von dem, was in Deutschland für die Wissenschaft geschieht, gehörige Notiz zu nehmen, und besonders Namen von Personen und Orten genau wiederzugeben.

VI.

Vorschlag wegen Benennung der elastischen Flüssigkeiten;

von

LEOPOLD GMELIN.

Dass die Benennungen: *elastische Flüssigkeit*, *expansible Flüssigkeit*, nicht bloss etwas lang, sondern zugleich nicht ganz scharf bezeichnend sind, ist gewiss schon mehrfach gefühlt worden. Die Ausländer haben ziemlich allgemein diesem Uebelstande dadurch abgeholfen, dass sie sich des Wortes *Gas*, in einem ausgedehnten Sinne bedienen, indem sie hierunter nicht bloss die permanent elastischen Flüssigkeiten, sondern auch die Dämpfe verstehen. Diess Verfahren erscheint um so zweckmässiger, als durch die neueren Versuche von Faraday jede scharfe Gränze zwischen Dampf und permanent elastischer Flüssigkeit aufgehoben worden ist. Auf der andern Seite bleibt immer ein, wenigstens relativer, Unterschied zwischen diesen beiden Arten elastischer Flüssigkeiten; auch hat das Wort: *Wassergas* statt *Wasserdampf* nicht bloss etwas Ungewohntes, sondern könnte auch Verwechslungen mit *Wasserstoffgas* herbeiführen. Nach diesen Betrachtungen schlage ich vor, zwar unter: *Gas*, nach Art der Ausländer, sämmtliche elastische Flüssigkeiten zu begreifen, diese Klasse von Flüssigkeiten, je

nach ihrer Permanenz in zwei Theile zu theilen. Unter *Luft* hätte man nämlich (ungefähr wie es ehemals der Fall war) alle diejenigen elastischen Flüssigkeiten oder Gase zu verstehen, welche bei gewöhnlichem Luftdruck und bei der Temperatur 0° C. ihre Form behalten, und unter: *Dampf* alle diejenigen Gase, welche unter diesen Umständen ihre elastisch flüssige Form verlieren. Mein verehrter Kollege, Herr Hofrath Munke, theilt mit mir diese Ansicht; möge sie von den übrigen Physikern und Chemikern Deutschlands weiter geprüft und erörtert werden.

VII.

Notiz.

Giebt es essigsaure Mineralwässer? Diese Frage, welche ich für meine Person keinen Anstand nehme verneinend zu beantworten, bildet den Titel einer mir von dem Herrn Hofmedicus Dr. Matthaei zu *Verden* übersandten Abhandlung. Sie betrifft die chemische Untersuchung einer im Dorfe *Hiddingen* (Amte *Rothenburg*) aufgefundenen sogenannten Mineralquelle, und läſst nach der ausführlichen Erzählung keinen Zweifel an dem Thatbestande zu, daſs namentlich jene Essigsäure den thierischen Abgängen aus einer Gerberei, welche der Quelle zuflossen, ihren Ursprung verdanke. Ich kann hierüber um so weniger unschlüſsig bleiben, als das eingeholte Gutachten eines so allgemein geschätzten Chemikers, wie das des Herrn Ober-Bergkommissair Gruner zu *Hannover*, gleichfalls dahin lautete; allein der Gegenstand hat ein zu sehr auf die Oertlichkeit beschränktes Interesse, und das Detail der protocollarischen Aussagen, ohne welches dem gröſsern Publikum dennoch keine Entscheidung möglich wäre, ist zu ausführlich, als daſs ich die Abhandlung den Annalen einverleiben könnte. Möge der Herr Verfasser diese historische Erwähnung als ein Zeichen meiner Hochachtung betrachten, und die gelegentliche Bemerkung nicht miſsdeuten, daſs überhaupt die Annalen nur alsdann für Gegenstände des Streites offen stehen können, wenn die Erörterungen dem Allgemeinen der Wissenschaft einen wirklichen Gewinn zu leisten vermögen, und bei Beziehungen auf die Person, falls solche unvermeidlich wären, das höhere Interesse untergeordneteren Rücksichten nicht aufgeopfert ist.

P.

U HALLE,

OR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barom. bei +10° pariser	Therm. im attn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	339.‴	4.°0	74.°9	sso. 1	trüb
	12	38.	. 7	75. 5	nnw. 2	trüb
	2	38.	. 4	93. 0	nnw. 2	trb Rg
	6	37.	. 5	75. 1	wnw. 2	sch Abrth
	10	37.	. 7	86. 7	S. 1	trüb
2	8	37.	. 7	83. 5	S. 1	tr strk Nbl
	12	37.	. 9	90. 6	N. 1	tr Rgsch
	2	37.	. 3	83. 0	NO. 3	verm
	6	37.	. 7	75. 5	nno. 1	sch Abrth
	10	37.	. 2	87. 2	O. 2	heitr
3	8	37.	. 8	73. 6	S. 2	trüb
	12	37.	. 2	53. 3	ssw. 2	trüb
	2	36.	. 4	51. 0	ssw. 2	heitr
	6	36.	. 3	51. 1	NW 2	tr Gew Rg
	10	36.	. 7	98. 4	W. 3	trb Blitze
4	8	35.	. 4	78. 2	SW. 1	sch Mgrth
	12	35.	. 8	64. 1	S. 2	schön
	2	35.	. 9	62. 2	S. 2	sch stk Gw
	6	35.	. 6	93. 0	N. 1	trb Rg
	10	36.	. 5	94. 8	O. 1	trüb
5	8	37.	. 2	84. 0	S. 1	sch Mgrth
	12	38.	. 2	86. 9	O. 1	schön
	2	38.	. 2	74. 8	oso. 2	schön
	6	38.	. 7	83. 0	oso. 2	tr Gew Rg
	10	38.	. 7	99. 7	nnw. 2	tr u. Hgl
6	8	38.	. 6	84. 4	N. 2	vr etw Rg
	12	38.	. 2	88. 2	NW. 2	tr etw Rg
	2	38.	. 6	95. 2	nnw. 2	verm
	6	38.	. 3	75. 0	nnw. 2	htr Abrth
	10	38.	. 6	92. 4	nnw. 2	heitr
7	8	38.				
	12	39.				
	2	38.				
	6	38.				
	10	39.				
8	8	39.				
	12	39.				
	2	39.				
	6	38.				
	10	39.				

Therm.	Hygr.	Wind
+249.°9	2616.°71	nnw
+375. 6	2521. 82	SW
+299. 9	2445. 99	NW
+408. 0	2404. 17	nnw
+1333.4	9988. 69	nnw

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	− 2.°0	+ 7.°4	5′ 9″
2	+ 1. 4	8. 9	5 10
3	2. 8	4. 3	5 9.5
4	3. 0	6. 4	5 7.5
5	3. 7	8. 9	5 6
6	4. 0	10. 0	5 6.5
7	1. 8	11. 6	5 7.5
8	2. 0	11. 8	5 7
9	1. 0	14. 6	5 6.5
10	2. 2	15. 3	5 7
11	2. 3	15. 7	5 7
12	6. 0	15. 0	5 6
13	+ 4. 6	7. 3	5 5.5
14	− 0. 2	7. 9	5 6
15	+ 3. 5	13. 5	5 5
16	2. 0	13. 1	5 5.7
17	2. 4	5. 9	5 5
18	0. 5	6. 4	5 4
19	0. 5	5. 8	5 4
20	1. 9	6. 3	5 3
21	3. 1	9. 3	5 4
22	6. 0	13. 4	5 5
23	6. 0	18. 4	5 5.3
24	6. 9	19. 4	5 3
25	8. 8	15. 1	5 2
26	3. 5	15. 8	5 1
27	7. 8	22. 5	5 0
28	5. 7	19. 2	5 0
29	8. 8	20. 5	5 0
30	+10. 8	+13. 8	5 0
Sma	+110.8	+363.5	162′ 4″
Mittl	+ 3.69	+12.12	5. 4.9
	Min. − 2.°0	Max. +22.°5	
	grösste Veränd. 24.°5		

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	1
schön	7
verm	13
trüb	9
Nebel	5
Thau	1
Regen	10
Schlossen	5
Schnee	1
Gewitter	5
windig	5
stürmisch	3
Nächte	
heiter	6
schön	4
verm	1
trüb	19
Regen	5
Blitze	1
windig	3
stürmisch	2
Mrgrth	8
Abrth	15

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	334.‴801	nnw	+ 8.°89	nnw	66.°59	nnw
Max.	339. 275	N	+21. 4	ssw	99. 70	nnw
Min.	328. 510	NW	+ 0. 5	SW	55. 03	NW
Vränd	10.‴765		20.°9		64. 67	

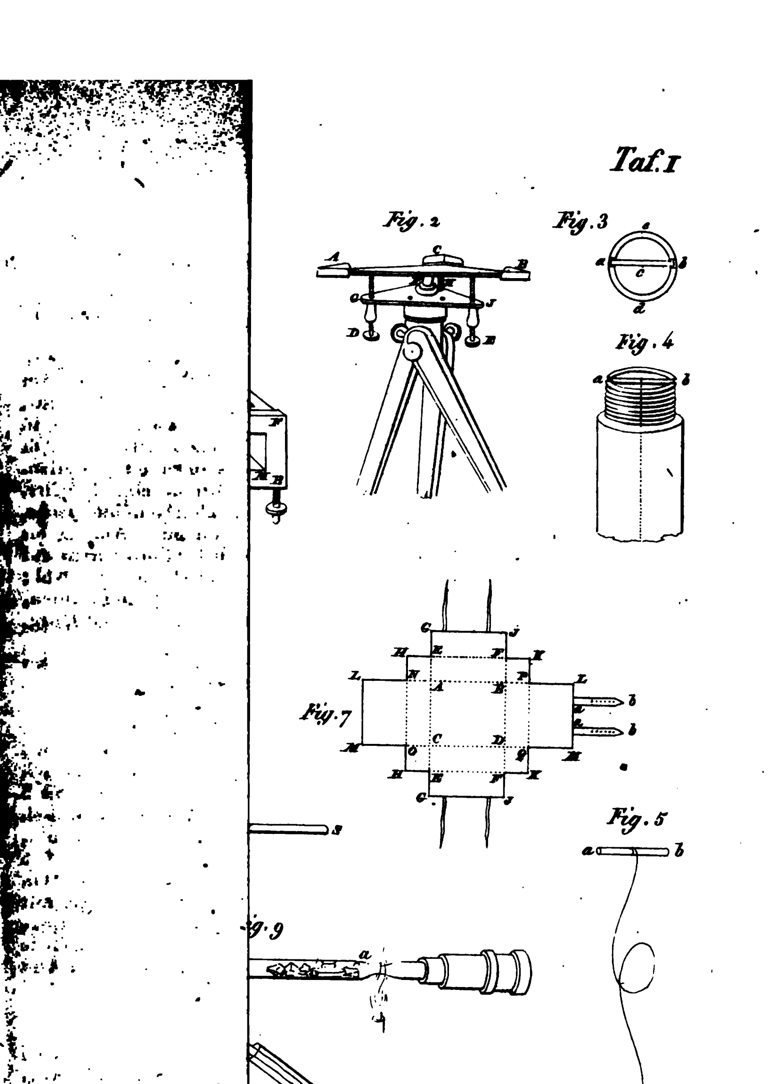
r, in W hohe Cum., um 2 zieht Nimbus übers Zenith u. ein Grplsch.
ittgs bildet sich graue, bleibende Decke. Am 20. Cirr. Str. in grossen
en mit Cum. gemengt, bed. meist, Abds wolk. Decke; Spt-Abds sonst
W unten Contin. Am 21. meist gleichf. bed., um 2 wenig Reg. Am
eg.; Mittgs modif. sich, früh gleiche, dann wolk. Decke, in Cirr. Str.
treten Cum. auf; nach 5 Abds, ½ Stunde von schwachem Donner in
, heftig Reg. zuletzt mit Hagel bei gleicher, dann wolk. Decke. Am
ecke sondert sich Vormittgs und läſst Nachmittgs oben offne Stellen.
h am Horiz. Cirr. Str. Streifen, oben, auf heit. Grunde einz. kl. Cirr.
nehmen bald zu und bed. Mittgs meist; Nchmittgs gleiche dünne Decke,
l. darauf, Abds verschwinden diese, die Decke bleibt. Am 25. bis
volk. bed., um 2, ¾ Stde Reg., Abds W-Horiz. bel., sonst Cirrus auf
e, Spät-Abds gleiche Decke. Am 26. früh gleiche Decke, strk Nbl;
volk. bed. und einz. Regsch.; Nchmittgs Cirr. Str. oben, Cum. unten,
de und Spt-Abds bei stark bedünst. Horiz. heiter. Um 1 U. 30' Morg.
ondsviertel.

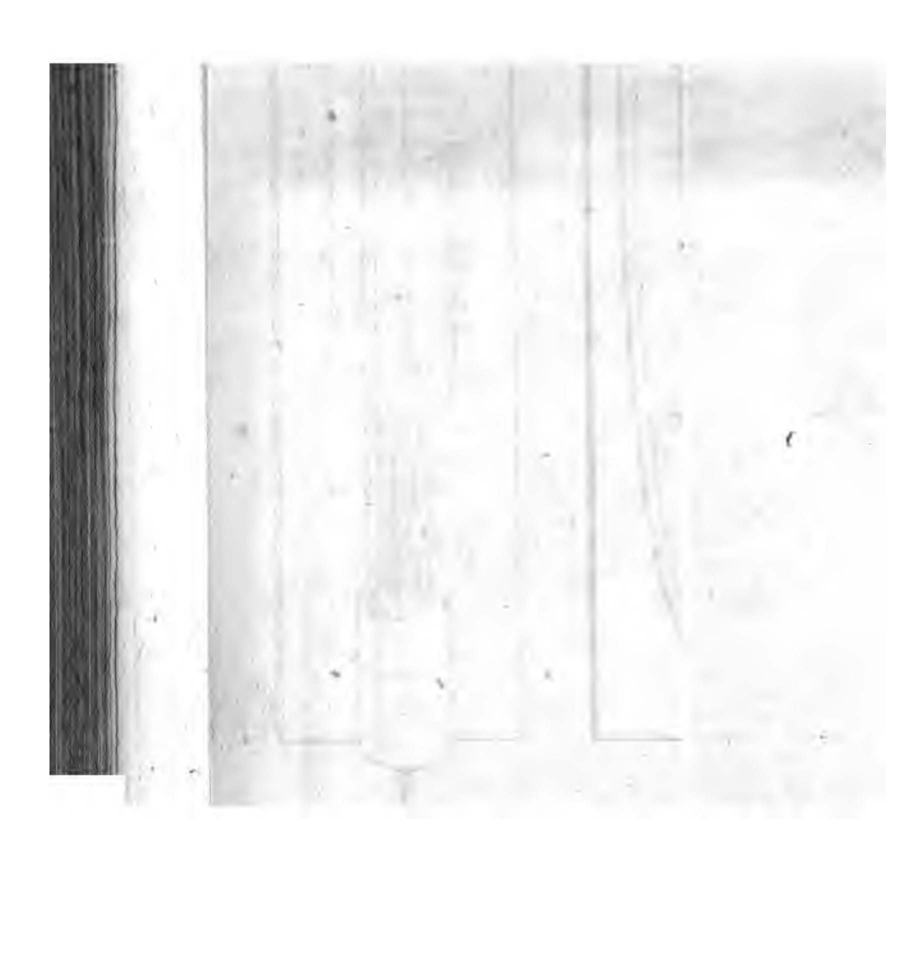
Am 27. Mittgs öffnet sich dünne weisse Decke oberhalb etwas, wo
stehen; nach Mittag heiter. Nach 4 U. bezieht sich der Himmel mit
von unw aus düster, von 5 ab einz. Donnerschl. oberhalb in NW; das
nach SO; dann bei gleicher Decke bis 7 Reg., Spt-Abds düstre Decke
m Horiz. stark Wetterleuchten. Am 28. früh heiter, am Horiz. rings
r. Str., Mittgs oben heiter, S-Hälfte Cirr. Str., sonst kl. Cum.; nach
sich in W u. NW Gewittformat., gegen 4½ U. zieht von dorther bis 5
n Gewitt. mit heftigen Explosionen u. etws Reg. nachher; es bricht sich
bald wird sie aber wieder gleichf. Am 29. Morg. der Horiz. bedünst.,
en heitr; Mittgs heitr, nur in W etws Cirr. Str.; Nchmittgs bilden sich
Str. die schnell sich vermehren; Abds wolk. Decke und in SO steht ein
bei starken Schlägen nach wsw sich ziehet von 6 bis 7 heftig Reg. mit
ngt, Spät-Abds wolk. Decke. Heute stehet der Mond in seiner Erd-
30. ganz früh etws Reg., dann W-Hälfte bed., O-Hälfte auf heit. Grde
r.; Tags gleiche Decke; einz. Regsch., scharf von 12 bis 2; gegen Abd
g und später heiter.

---

les Monats: im Ganzen höchst wechselhaft; die erste Hälfte trocken
die zweite durch Kälte, Schnee und Hagel der Pflanzenwelt nachtheilig.
nd sind starke Gewitter. Westliche Winde, oft stark, waren herrschend.

matische und katarrhalische Affectionen der Schleim- und Faserhäute
Katarrhe der Bronchien und des Larynx, häufig bis zum Kroup ge-
Fällen, doch war der Verlauf unbeständig und mit Anschwellungen
früher schon Glieder derselben daran erkrankt gewesen waren, also


Taf. I
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 7
Fig. 5
Fig. 9
Fig. 8



Taf: II

